MANUAL

DE

CONSTRUCCION CIVIL

POR

D. Florencio Ger y Lobez

MAESTRO DE OBRAS,

RECTOR DE CAMINOS VECINALES Y CANALES DE RIEGO

Y AYUDANTE DE OBRAS PÚBLICAS

Obra adoptada de texto en algunas Escuelas y premiada con medalla de oro en la Exposición Hispano-francesa de Zaragoza de 1908

2.ª edición, reformada y aumentada considerablemente con arreglo al Tratado publicado por el mismo autor.

BADAJOZ
Imprenta y Papelería "La Minerva Extremeña,,
14, Plaza de la Constitución, 14
1915

Dedicatoria de la primera edición (1869)

A LA EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE BADAJOZ

La popularización de los preceptos y descubrimientos científicos que más inmediata aplicación tienen en la práctica, es, en mi concepto, un deber de todos, si nuestra Patria ha de seguir la marcha civilizadora de las primeras naciones, ya que hoy, circunstancias de todos conocidas, nos impiden ponernos de pronto al nivel de ellas.

Esta consideración me ha animado á imprimir la obra titulada *Manual de Construcción Civil,* en la cual he procurado presentar con la mayor claridad y sencillez para que se hallen al alcance de las clases menos ilustradas de la sociedad, las reglas y preceptos de la Arquitectura que los mejores autores y constructores aconsejan.

A V. E., que tan amante es de fomentar la instrucción, me atrevo á dedicar este fruto de mis trabajos como una pequeña muestra de gratitud por las constantes y no merecidas deferencias que me dispensa.

Espera confiadamente el honor de que V. E. admita esta dedicatoria,

El Autor.

ABREVIATURAS

N^m....	significa	N	metros lineales.
N^{m2}....	—	N	metros cuadrados.
N^{m3}....	—	N	metros cúbicos.
$N^{c/m}$. .	—	N	centimetros lineales.
$N^{m/m}$..	—	N	milimetros lineales.

Advertencia.—Los números de palo grueso encerrados entre paréntesis, indican que se trata de aquella materia en el párrafo que tiene dicho número.



INTRODUCCIÓN

1. Por *arte de construir* se comprende el conjunto de los ›nocimientos que son necesarios para ejecutar bien una obra.

Este arte vastísimo se divide en varios ramos, de los cuales, s principales son:

El de las *construcciones civiles,* ó sea el de la ejecución de los lificios sobre la tierra.

El de las *construcciones militares,* que comprende las obras ɜ defensa y ataque de las naciones.

El de las *construcciones hidráulicas,* ó sean las que tienen por ›jeto erigir dentro del agua para cruzarla ó aprovecharla.

El de la *construcción de caminos,* cuyo objeto es facilitar la ›municación de unos hombres con otros y el cambio de sus roductos.

Y el de las *construcciones navales,* que es el que se dedica á ›rmar edificios flotantes.

2. Los principios generales en que descansa la ejecución de na obra, consisten en dar á todas y cada una de sus partes la *ecesaria solidez* con el *menor gasto posible.*

Las condiciones de *solidez* se satisfacen estableciendo la obra ›bre una base sólida y duradera, empleando buenos materiales ›n arreglo á las prescripciones del arte, de modo que haya unión trabazón entre ellos, y dando á las diferentes partes las dimen-ones suficientes para que tenga la estabilidad y resistencia pre-isas; huyendo lo mismo de una exageración en más, que ocasio-aría gastos inútiles, como de una debilidad que pusiera la obra n peligro.

La *economía* en una construcción, se consigue estudiando la ıás conveniente disposición de sus partes, adoptando los mate-ales que la localidad ofrezca, ó los de otros puntos, cuando su ansporte, duración ú otras circunstancias, los hagan más venta-›sos que aquéllos y empleándolos con orden y método.

3. Para la fácil inteligencia y buen orden de los conocimien-

tos necesarios á la ejecución de un edificio, que es á lo que se dedica este *Manual*, se ha dividido en dos secciones.

En la primera se dan á conocer los materiales que se emplean en las obras y los medios de prepararlos, y en la segunda se exponen las reglas á que ha de sujetarse la ejecución de las obras, ó sea el empleo de los materiales.

Se han omitido en esta edición las nociones de Física, Química y Mecánica, así como la parte referente á Resistencia de materiales, que formaban dos secciones de la primera edición, para poder ampliar el estudio de la construcción, que tantos adelantos ha tenido.



SECCIÓN PRIMERA

DEL ESTUDIO DE LOS MATERIALES

Y SU PREPARACIÓN

Materiales de construcción.—4. Los materiales que entran á constituir una obra son de tres clases: *pétreos y térreos*, como las piedras, las arenas, las tierras y sus productos; *vegetales*, como la madera, la caña, las sustancias textiles, etc., y *metálicos*, como el hierro, el plomo, el cinc, etc.

Por más que todos ellos pueden adquirirse dispuestos ya para su empleo, conviene conocer su origen y los procedimientos de su preparación, para escoger los más adecuados y de mejores condiciones. A esto se dedica, pués, esta sección aunque muy someramente.

CAPÍTULO I.

Materiales pétreos y térreos.

ARTÍCULO I.

De las piedras naturales.

Procedencia.—5. Las rocas de donde se extraen las piedras, se presentan en la naturaleza, ya en masas más ó menos voluminosas sin subdivisión regular, aunque con algunas cavidades, de estructura cristalina ó granitoide como resultado de un fuego violento en algunas partes del globo al cual ha seguido un enfriamiento, ya en bancos ó capas (estratificada) de estructura compacta, granosa, fibrosa ú otras parecidas, efecto de la sedimentación de las tierras por medio de las aguas, presentándose con inclinación diferente á consecuencia de los trastornos que después ha sufrido la tierra.

Propiedades.—6. Unas piedras resisten sin descomponerse, la acción del fuego y tales son las en que predomina la sílice, y otras por el contrario, expuestas á un calor más ó menos intenso, se descomponen, dando lugar á productos de distinta índole, de

los cuales, algunos son de inmensa utilidad, como las cales y los yesos.

En las piedras, hay que distinguir la absorción de la permeabilidad, propiedad esta consistente en dejar paso al agua á través de los poros, pues sucede á veces que una piedra es absorbente hasta saturarse y no obstante no se cala.

7. Piedras hay que son atacadas por los fríos; es decir, que absorbiendo la humedad atmosférica y no teniendo la suficiente cohesión para resistir la fuerza expansiva del agua cuando se hiela, se agrietean unas veces, se esfolian otras, ó se reducen exteriormente á un estado pulverilento. Se denominan *heladizas* y no se deben emplear sino al abrigo de los hielos como en los interiores de los muros, ó cubiertas de otros materiales ó sustancias que las defiendan y libren de las variaciones atmosféricas. Para conocer este defecto en piedras cuyo empleo se desconoce, puede humedecérselas y exponerlas durante algún tiempo á las alternativas del frío y del calor, y si resisten á esta prueba no hay duda de que resisten á los hielos. Si la premura del tiempo no permitiera hacer este ensayo, se sumerge durante media hora un trozo de la piedra que se desea examinar, en una disolución de sulfato de sosa á la temperatura de 15°, y si la piedra es heladiza habrá absorbido parte de la disolución y la fuerza expansiva de la sal hará al cabo de algunos días el mismo efecto que los hielos. Pueden también someterse las piedras á la acción de los hielos, regándolas con agua hirviendo para que se desprendan los trozos mal adheridos á la masa, repitiendo la operación tres ó cuatro veces.

Piedras feldespáticas.—8. El *feldespato* se presenta bajo un blanco amarillento ó rojo y ordinariamente en masas no estratificadas ó en filones entre otras clases. Son fusibles al soplete y de una dureza excesiva unida á una gran tenacidad, cuyas propiedades dificultan su labra, por lo que y por adherirse mal á las mezclas solo se empleen en obras de lujo las variedades *sienita* y *pórfido* que son capaces de recibir pulimento.

9. La *sienita* tiene diseminado en su masa el anfibol negro que le da un tinte oscuro y también la mica, que es una sustancia laminar y brillante de color blanco de plata, nacarado, rojo, negro y también dorado. La sienita es de estructura hojosa, y más comunmente granosa y alguna vez compacta y aporfidada.

10. El *pórfido* es una roca de color más ó menos rojizo con cristales de feldespato más pálidos que el fondo que es rojo, verde, negro ú oscuro.

Piedras silíceas ó cuarzosas.—11. Se encuentran generalmente formando grandes riñones diseminados entre piedras cretáceas, de cuya materia están cubiertas y mediante la cual se adhieren

bien á las mezclas. El cuarzo es vidrioso, transparente, notándose frío al tocarle, raya al vidrio y da chispas con el eslabón. Las piedras cuarzosas son conchoides en su fractura, inalterables á la acción del fuego é insolubles en los ácidos.

Entre el gran número de especies de esta clase, sólo se emplean en construcción las siguientes:

12. La *cuarcita* que es de fractura astillosa y concoidea, de testura compacta y tiene el color gris blanquecino y á veces negruzco.

13. El *jaspe* que tiene poco lustre en el interior pero puede adquirirlo muy intenso por el pulimento; unos tienen sus colores distribuídos en manchas, puntos etc., y en otros no se ve más que un color.

14. La *serpentina* es de estructura compacta y fractura astillosa, de color gris verde uniforme ó manchado irregularmente de negro y pardo, parecido su dibujo al de la piel de las culebras.

15. La *magnesita* se conoce con los nombres de *espuma de mar* y *piedra loca*. Es mate blanca, agrisada, bastante blanda y sirve para la construcción de hornillas.

Piedra de grano ó granito.—16. Esta clase de piedra está compuesta de cuarzo, feldespato y mica; es de estructura granosa, da chispas con el eslabón, no hace efervescencia con los ácidos y es su dureza tanto mayor, cuanto más predomina el cuarzo y más escasa se halla la mica. Se presenta en la naturaleza formando grandes masas costosas de explotar, pero se emplea mucho por su dureza y abundancia, á pesar de que no admite una labra esmerada aunque las hay que han recibido pulimento.

Si el feldespato es algo terroso ó los granos de cuarzo se hallan descompuestos, la piedra será deleznable y será mala si la mica es parda, opaca y como rodeada de una materia rojiza, pues anuncia un principio de corrosión. La piedra que produce un detritus astilloso, de aristas finas y resistentes, es de buena calidad, pero no, si resulta arenáceo. Asimismo se procurará que el color dependa únicamente de los del cuarzo, feldespato y mica en estado de pureza y no de materias térreas ú óxidos metálicos en exceso. En el granito gris de buena calidad, el cuarzo presenta un color gris mate ó blanco lechoso, el feldespato lo ofrece blanco con brillo cristalino y la mica, negro, brillante, formando su conjunto un matiz azulado.

17. El *gneis* es un granito donde abunda la mica que lo hace hojoso. Se presenta estractificado con un color gris amarillento ó rojizo.

Piedras areniscas.—18. Están formadas de granos de sílice

ó cuarzo, unidos por un cemento (a) cuarzoso ó silíceo; su tacto es áspero, su testura es granujienta y su color ordinario es gris, amarillento ó rojo; su dureza es sumamente varia, pues hay unas que se deshacen con los dedos y otras por el contrario que gastan con facilidad las puntas aceradas de los útiles del cantero. Se adhieren perfectamente á las mezclas y son muy empleadas en obras. Cuando son gruesos los granos de cuarzo ó sílice la piedra no se presta bien á la labra, y si el cemento es terroso, arenáceo ó arcilloso, resulta deleznable. Es heladiza cuando tiene su grano muy fino y el cemento arenoso con alguna mezcla margosa; lo es también la de color blanco sucio algo azulado, poco dura, de fractura astillosa y suave al tacto y las de color amarillo sucio un poco rojizo y de grano grueso, si en su composición se descubre la marga térrea; últimamente, son propensas á este defecto las de color gris oscuro, cuya fractura interior parezca como que ha recibido un baño ceniciento, cosa que no sucede en el exterior.

La piedra debe buscarse que tenga grano fino, uniforme y compacto y que en el cemento que une los fragmentos de cuarzo ú óxido de hierro, no se halle éste aislado sino unido al cemento.

19. Se llama *conglomerado*, una variedad de piedra arenisca, que tiene embutidos en su masa cantos rodados. Si los fragmentos presentan una forma angulosa, recibe la piedra el nombre de *brecha* y si el cemento que los une es cristalino se denomina *pudinga*.

Piedras arcillosas.—20. No efervescen con los ácidos, ni dan chispas con el eslabón; se alteran en el agua y endurecen en el fuego; puestas al aire se secan y contraen disminuyendo de volumen; son de un aspecto térreo, suaves al tacto y agrisadas ó blanquecinas. Se adhieren bien á las mezclas, pero para emplearlas en construcción, han de tener carbonato de cal y no ser heladizas, de cuyo defecto adolecen muchas.

21. Las *margas* son mezclas de arcilla y cal con arena en proporciones variables y óxido de hierro. Según predomina la arcilla, la cal ó el cuarzo, así se llaman *arcillosas, calizas ó arenosas*. La caliza es la mejor, distinguiéndose de las otras en que hace efervescencia con los ácidos. Su color es gris azulado ó pardo amarillento. Se fraccionan y agrietean reduciéndose á polvo con facilidad.

22. Bajo el nombre de *esquistos* se designan las piedras de formación laminar, lustrosa y con brillo casi sedoso pero de fractura térrea y mate. También se llaman *pizarras* denominándose *hembras* si tienen estructura compacta y hojosa, siendo su empleo

(a) Argamasa ó mezcla que une unas partes con otras.

en cubiertas, para cuyo objeto han de tener sonido claro, color azulado obscuro, brillante aunque de fractura térrea y ser impermeables. Las que no tienen estructura hojosa, se llaman pizarras *machos* y se emplean en pavimentos.

Piedras volcánicas.—23. Se llaman así, todas las piedras de origen evidentemente igneo que ofrecen muy claras muestras de haber sido fundidas y forman inmensos depósitos ó cadenas de montañas escasos ambos en nuestro país. Se emplean en construcción las siguientes:

24. El *basalto*, de color negro, azulado ó agrisado, de estructura escamosa, granujienta ó compacta, muy dura y quebradiza, que raya al vidrio y da chispas con el eslabón; se adhiere mál al mortero y no se emplea más que en pavimentos y en mampostería donde se halla muy abundante y falta otra clase de piedras.

25. Los *tráquitos* y las *lavas* que son piedras compactas, de estructura granosa, aspecto mate y rugoso y de una dureza que raya el vidrio.

26. La piedra *pomez* que se distingue por su estructura fibrosa llena de poros prolongados en el sentido de las fibras; tiene un color blanco agrisado, gris de ceniza ó azulado y brillo sedoso; es áspera al tacto y más ligera que el agua, pero no si está reducida á polvo.

Piedras calizas.—27. Son carbonatos de cal mezclados por lo regular con alúmina, sílice, magnesia y varios óxidos. Son de estructura compacta, escamosa, hojosa, granosa, fibrosa ó radiada y pueden rayarse con el hierro no dando chispas con el eslabón; expuestas al fuego producen la cal. Se presentan en bancos y su labra es fácil, pero debe tenerse presente, que hay muchas heladizas y algunas tienen los bancos atravesados por hendiduras llenas de sustancias extrañas menos duras y adherentes formando así lo que se llama *hilos*.

Se conoce si una piedra caliza es heladiza cuando labrado un trozo se le expone al calor del fuego sin que lo toque hasta que esté seca en un espesor de unos $0^{m}02$; si colocándola luego horizontalmente y mojándola bien con agua ésta se empapa en el espacio de veinte minutos, la piedra será sospechosa, pues que si fuera buena, no traspasaría más que la superficie.

Son también de mala calidad las calizas arcillosas que se descomponen por la acción de los agentes atmosféricos desmoronándose con facilidad.

28. La *toba* es una caliza de estructura grosera, de color amarillento ó pardo formada de incrustaciones calcáreas sobre materias extrañas como ramas y restos orgánicos. Fácil de labrar cuando está húmeda, endurece al aire libre.

29. La *creta* es otra caliza, de estructura térrea que se adhiere á la lengua, fácil de qnebrarse, blanca y algunas veces amarillenta ó gris.

30. Los *mármoles* son piedras calizas de estructura compacta, con diversidad de colores y susceptibles de recibir un hermoso pulimento.

El mármol *sacaroide ó estatuario* es de estructura bastante parecida á la del azúcar de pilón.

El *alabastro* es un mármol de estructura hojosa, color blanco azulado ó amarillento y muy trasluciente denominándose *oriental* cuando es grande su traslucencia y pureza de color.

Hay mármoles que contienen grietas y concavidades llenas de caliza más tierna ú otros cuerpos invisibles muchas veces ó que no se distinguen á primera vista, lo cual los hace sumamente defectuosos, teniendo que emplear mastic para taparlas. Otros mármoles tienen ciertos *pelos* formando grietas que se conocen después del pulimento y que luego ocasionan su fractura.

El mármol debe elegirse que no sea tan excesivamente saltadizo por su dureza ó cristalización que el cincel lo haga saltar sin poderse hacer molduras ó aristas vivas, ni tan tierno que le falte cohesión al grano, pues entonces se desmorona al trabajarlo.

Debe hacerse notar que el vulgo confunde á veces la alabastrita y jaspe con los mármoles por su gran semejanza. Hay sin embargo entre unos y otros diferencias notables, pues el primero es un sulfato de cal, los mármoles son carbonatos, y el jaspe, como se ha dicho, pertenece á las piedras cuarzosas. La confusión de unos con otros puede traer graves consecuencias, pues que sus propiedades son diferentes.

Piedra de yeso, aljez, ó aljor.—31. Estas piedras son sulfatos de cal y se encuentran generalmente alternando con arcilla; no hacen efervescencia con los ácidos, y expuestas al fuego dan el llamado *yeso*; aunque blandas, pues las raya la uña, son consistentes y se pueden emplear en sitios abrigados. Las hay de diferentes clases. La que sirve para construcción, es la *común*, compacta, amarillenta ó ceniza presentando en su fractura partículas brillantes. Otra es la *selenita*, de estructura hojosa, color blanco de donde sale el yeso espejuelo, escayola ó yeso puro. La *filamentosa ó estriada* en sentido perpendicular á su estratificación dá un yeso bastante puro. Finalmente la *alabastrita ó falso alabastro* es una piedra aljez compacta, trasluciente, que se labra y pulimenta bien para emplearla en pavimentos.

ARTÍCULO II.

Explotación y preparación de las piedras

Arranque de las piedras.—32. Para poder emplear las piedras es necesario primero subdividirlas en trozos manejables en el mismo sitio de su yacimiento ó sea en la cantera y darles la forma más conveniente al destino que han de tener.

La operación del arranque ó sea la explotación de la cantera tiene que hacerse de uno de dos modos, ó *á cielo abierto* cuando las rocas están en la superficie ó próxima á ella, ó *subterráneamente* si la profundidad á que se encuentran no permite hacerlo de otra manera.

Explotación á cielo abierto.—33. Generalmente presentan las piedras en la superficie de la tierra una formación imperfecta que hay que destruir ó se hallan cubiertas de una capa de tierra que se ha de quitar. Si la roca tiene grietas, se introducen en ellas, á fuerza de golpes, unas cuñas de acero colocadas entre hojas de palastro hasta que se consigue separar del todo las partes de la piedra, concluyendo entonces la operación con palancas ó barrones de hierro ú otros medios. Cuando las grietas no existen, y la roca se presta á ello, ya por su espesor, ya por su estructura, se abren rozas en el sentido en que se la quiera partir, empleando un *puntero (fig. 1)* ó un *cincel (fig. 2)* á los que se golpea con la *maceta ó martilllo* de hierro *(fig. 3)*. Hecha la roza ó una fila de agujeros, se introducen las cuñas para hender la roca.

Las cuñas de hierro pueden sustituirse en algunos casos con las de madera seca, la cual mojada, aumenta de volumen y produce el efecto que las primeras. En tiempo de heladas pueden llenarse de agua las rozas ó ranuras abiertas en la roca y entonces al congelarse el agua, su expansión produce el agrietamiento. El mismo efecto se puede conseguir con el yeso, que al fraguar aumenta de volumen.

34. Estos medios, que á no exigir un gran gasto de tiempo ó de dinero, deben emplearse con preferencia, pues con ellos se divide la piedra en el sentido que se desea, no son aplicables en muchos casos y entonces es preciso el empleo de la pólvora ó dinamita. Sin embargo, son los únicos que deben emplearse para la extracción de los mármoles porque la explosión de aquellas materias produce en ellos pelos imperceptibles que pueden producir después fatales resultados. Se hace uso de la pólvora ó de la dinamita por medio de *barrenos* ó sean agujeros cilíndricos ó

ejecutando cámaras ó cavidades en la piedra y cargándolas con aquellas sustancias.

Para ejecutar un barreno, se hace uso de unas barras de hierro llamadas *barrenas*, cuya extremidad, en forma de bisel ó cono, está acerada. Se las golpea con un martillo ó se las deja caer á golpe levantándolas en alto por uno ó dos hombres según sea su peso; á cada golpe se la hace girar un poco y de tiempo en tiempo se echa agua y se separan los detritus que se producen con la *cuchara (fig. 4)*.

35. Para valerse de la pólvora, se limpia y seca bien el barreno, se rellena ó carga con aquélla, colocando encima la mecha de seguridad que es un cordón en cuyo interior hay pólvora, y finalmente se pone el taco de papel ú otra sustancia análoga, rellenando el resto del barreno con arena ó tierra que se aprieta con una barra *(fig. 5)* llamada *atacadera*, la cual termina en su parte superior por un cilindro de mayor diámetro con una ranura que resguarda la mecha. A esta se le da la longitud necesaria para que el barrenero tenga tiempo de retirarse después de encendida y antes de producir la explosión, teniendo presente que se consumen 60 c/m de longitud en cada minuto. Las atacaderas de hierro pueden producir peligrosas chispas al tiempo de atacar los barrenos y se han sustituído con otras de alcaciones de cobre; mas éstas cortan á veces la mecha y el barreno no se dispara ó lo que se llama *dar mechazo*, por lo que se emplean hoy atacaderas de madera dura como la encina.

36. Para el empleo de la dinamita se corta en primer lugar la mecha bien perpendicular y se coloca de modo que la sección llegue á la superficie del fulminante, apretando la unión para que quede bien sujeta. Se abre después un extremo del cartucho y se aloja en él la cápsula del fulminante, atando luego la parte de papel sobrante del cartucho. Se introduce éste en el barreno dejando fuera la suficiente mecha y se aprieta ligeramente con la atacadera, echando luego sobre el cartucho una poca de arena ó de agua como taco. Los barrenos se cargan con los cartuchos que exija su profundidad, dejando entre ellos algún hueco para que el aire ayude á la explosión y bastando poner fulminante en el primero que se llama *cartucho cebo*, para que los demás estallen por la violenta sacudida que aquél produce. Cuando hay que disparar bajo agua se emplean mechas impermeables y se proteje la unión del cartucho con pez, cera ú otra sustancia, mala conductora de la humedad é impermeable.

37. Cuando la masa de piedra que se quiere levantar es de alguna consideración y puede ser atacada por los ácidos, se forma con el muriático en el fondo del barreno, que se hace hasta de 5

metros, una cavidad llamada *hornillo*, que se llena de pólvora ó de explosivos más enérgicos, dando fuego por medio de la electricidad. En grandes explotaciones ó desmontes, se abren minas en la roca que se cargan hasta con enormes cantidades de dinamita ó de pólvora y las cuales levantan montañas enteras.

Explotación subterránea.—38. Cuando es mucha la profundidad á que se halla la piedra, se abren pozos si la roca está en un terreno llano ó galerías si forma la vertiente de un valle; y transversalmente á estos pozos ó galeras llamados de ataque, se practican otras más ó menos anchas y altas, formando una red, empleando los mismos medios que á cielo descubierto; pero dejando á trechos según la consistencia del terreno lo requiera, unos pilares de la misma roca para que sostengan el terreno superior. Las galerías deben tener pendiente hácia el pozo ó al exterior, á fin de que salgan las aguas que se filtran; y para que la respiración de los trabajadores no se haga fatigosa ó imposible se abren los pozos á diferentes alturas para que se establezca una corriente de abajo arriba, pues de lo contrario habrá que recurrir á medios mecánicos para renovar el aire.

Desbaste y denominación de las piedras.—39. Tales como resultan de su fraccionamiento se llaman *mampuestos* ó *mampostes* si las piedras son manejables, y *bloques* cuando no.

El desbaste de éstas para regularizarlas y convertirlas en lo que se llama *carretales*, se efectúa en la misma cantera antes de que pierda la humedad puesto que es más blanda, además de que así no se transporta material inútil. Los bloques se parten por medio de cuñas ó barrenos quitando luego las desigualdades con el *pico (fig. 6)* ó con el cincel agudo ó puntero *(fig. 1)* al que se golpea con la maceta ó martillo *(fig. 3)* á fin de dar á la piedra una forma aproximada á la que ha de tener en obra, valiéndose de la *escuadra* de hierro *(fig. 7)* para obtener los ángulos rectos y del *baivel (fig. 8)* cuando son agudos ú obtusos. Generalmente se marcan con una señal los lechos de cantera para colocar las piedras del mismo modo en la obra.

Los carretales toman el nombre de *sillares* cuando están regularizados y su menor dimensión es de $0^{m}35$, y de *sillarejos* si su mayor lado no llega á esta magnitud. Cuando el espesor de los bancos de roca es menor de $0^{m}25$ ó cuando del trabajo resultan así, siendo mucho mayores sus otras dimensiones, se denominan *losas, lajas, lanchas* ó *rajuelas*.

Medios de extracción ó arrastre.—40. Desbastada la piedra fácilmente se conduce al cargadero por medio de *rodillos R, R (fig. 9)* que se disponen sobre tablones *t b* colocados en el

suelo haciendo resbalar la piedra empujándola con palancas y tirando de ella por medio de cuerdas ó sogas.

También se emplean con este objeto las *zorras* que no son otra cosa que unos bastidores fuertes de madera montados sobre rodillos, cargándose la piedra en ellos por medio de tablones dispuestos en plano inclinado para ganar la altura del suelo al tablero de la zorra. Empleando la *grua (fig. 10)* se levanta la piedra *S* á mayor altura que el vehículo, por medio de una cuerda ó cadena que pasando por la polea *P* se arrolla en el torno *T*, el cual gira valiéndose de la cigüeña ó manubrio *M*: haciendo girar luego á la grua por su eje vertical *c* hasta que la piedra esté sobre el carro, se afloja la cuerda y aquélla baja para depositarse en él.

Cuando la extracción de la piedra se verifica por medio de pozos se emplea para sacarla ó elevarla de la misma grua ó de la *cabría (fig. 11)*, en la que la cuerda pasa por una polea colocada en *P* y se arrolla en el torno *T* dándole vueltas con las palancas *M*.

Labra.—41. Se empieza generalmente por uno de los lechos, trazando una recta á lo largo de una arista y haciendo con el cincel tallante y el martillo *(figs. 2 y 3)* una *cinta ó tirada a a (figura 12)* que coincida con el canto de una regla y después se marca otra *c c* en la arista opuesta haciendo que la visual dirigida por encima pase por el canto superior de la regla correspondiente á la cinta ya sacada. Se hacen luego las cintas de las otras dos aristas trazando las líneas que las marcan con una regla que se aplica contra las dos extremidades de las cintas anteriores y se termina con el pico *(fig. 6)* la labra de la cara hasta que aplicando encima una regla se ajusta bien en todos sentidos sin que quede resalto ni hueco alguno.

Para la labra de las caras restantes de la piedra se siguen tres métodos: por *plantilla*, por *escuadría* y por *media escuadría*. Por el primero se corta la cara ya labrada con arreglo á la plantilla que se saca de la montea (**251**) y se labran las otras, deduciendo su posición por los ángulos que forman con ella, y su figura y dimensiones por las plantillas correspondientes. Con este objeto se juntan las plantillas unas con otras, de modo que formen el sólido y se miden los ángulos con la *falsa regla (fig. 13)* (cuyos brazos giran por su unión *c* colocando sus piernas en dirección perpendicular á la común unión de los planos si fuese rectilínea y si no á su tangente en el punto donde se midiere el ángulo, el cual también puede fijarse con un baivel *(fig. 8)*.

En el método por *escuadría* se labra la piedra según un paralelepípedo rectangular circunscrito á la forma que ha de tener el sillar; luego en dos caras opuestas, suponiendo que sea una dove-

la, se marcan las proyecciones verticales *a b d c, a' b' d' c' (figura 14)* procediendo luego á cortar perpendicularmente á ellas lo que sobre del prisma y se tendrá labrada la dovela.

La labra por *media escuadría* se diferencia de la anterior en que no se necesita la labra previa de dos caras, á escuadra una de otra, y en que se emplean algunas plantillas y se hace uso del baivel *(fig. 8)* así como de la *cercha (fig. 15)*.

Cuando se desea mejor trabajo que el producido por el pico, se emplea el cincel tallante *(fig. 2)* ó el de puntas ó dientes *(figura 16)* dándoles golpes con el martillo ó bién se golpea con la *escoda ó trinchante (fig. 17)* ó con la *martellina (fig. 18)* y algunas veces con la *raedera ó rasqueta (fig. 19)* la cual sirve para quitar las desigualdades dejadas por las anteriores herramientas. Se emplean una ú otra según sea la naturaleza de la piedra y el esmero que se exija en el trabajo. Por lo general, la labra de los lechos y juntas se hace á pico basto, dejando sin labrar la cara opuesta al paramento la cual queda en el interior de la fábrica.

42. Se denomina labra *común* ú *ordinaria* la que deja ver el grano de la piedra y presenta una superficie más ó menos áspera, según sea la firmeza de aquél, pero siempre igual ó uniforme en todo el paramento; labra *fina* la que se practica con el trinchante hasta dejar la superficie lo más lisa que permita la piedra; labra *rústica* es la que deja desigual el paramento aplicando un trabajo ligero al del desbaste y presenta una superficie como desgastada ó estriada por las aguas de lluvia; la labra *intermedia* presenta cintas ó tiradas labradas marcando el perímetro de la cara de los sillares y una labra rústica ó común en el resto; y, finalmente, labra *historiada* es la que ofrece dibujos más ó menos sencillos, altos ó bajos relieves, etc., encerrados en un encintado liso que marca la cara del sillar.

Aserrado de las piedras.—43. La escasez ó carestía de la piedra ó destino que hay que darle obliga á emplearla en láminas, para lo que se asierran. Esto sucede con los mármoles que se destinan á cubrir paredes ó pavimentos, en cuyo caso se cepillan además.

Hay piedras que se prestan á ser aserradas con la sierra de dientes; pero lo más común es que la dureza obligue á usarla sin ellos, ayudando al rozamiento con arena silícea y agua.

La sierra se suspende por su centro de dos pértigas flexibles, *P (fig. 20)* y se le imprime el movimiento de vaiven por dos peones uno á cada lado. Cuando se quiere dividir la piedra en losas delgadas, se emplea un bastidor *abc (fig. 21)*, al que se sujetan varias hojas de sierra distantes entre sí lo que se quiera dar de espesor á las losas. Este bastidor exige ya una fuerza

superior á la de dos hombres y se emplea en este caso como fuerza motriz, la que proporciona una rueda hidráulica ú otro medio. Al verificarse el movimiento de vaiven al bastidor, se le imprime también á una tolva que vierte sobre la piedra el agua y la arena necesarias. El motor no obra más que al tope en la sierra y el mismo peso de ésta es el que produce el efecto. El bastidor tiene además unos contrapesos que lo suspenden y regularizan la marcha y rozamiento.

Se emplean igualmente para el aserrado de las piedras unas sierras de puntas duras y las de cinta, sustituída ésta por un cordón trenzado de tres ó cuatro alambres de acero muy fino de la mejor calidad, que marcha por tres poleas y éstas giran con gran velocidad.

Pulimento.—44. La importancia de la construcción y el destino que ha de tener exigen muchas veces que se dé á las piedras cierto lustre ó brillo que haga resaltar su contestura, belleza y variedad de colores, lo que sucede comunmente con los jaspes y mármoles, que son los que mejor se prestan á esta operación.

Cuando esto se desea, se lleva la perfección de la labra hasta donde es posible, á no ser que haya sido aserrada la piedra, en cuyo caso tiene ya la superficie bastante lisa. Hecho esto, hay que practicar las siguientes operaciones: 1.ª *Asperonar ó frotar*, esto es, con un pedazo de granito, de asperón ó piedra dura, debajo de la cual para mayor efecto se vierte arena silícea y agua, se frota fuertemente la piedra haciendo así desaparecer las desigualdades que el cincel ó el aserrado hayan dejado en la superficie; después que se ha hecho uso del granito como muñeca puede sustituirse con piedra caliza. 2.ª *Apomazar*, ó sea frotar con piedra pómez un poco humedecida, ó con un pedazo de arcilla cocida, poniendo debajo arena fina ó mejor polvo de piedra pómez. 3.ª *Empastar* ó rellenar é igualar las imperfecciones que á pesar de los frotes anteriores queden en la superficie, empleando para ello el *mastic*, ó sea una mezcla de una parte de cera y dos de pez blanca, á lo que una vez derretido se le agregan polvos de la misma piedra: el empleo del mastic ha de ser en caliente. 4.ª *Emplomar*, ó sea frotar con una muñeca de plomo echando sobre la piedra al mismo tiempo polvos de esmeril y agua. También se emplea una muñeca de lienzo poniendo entonces polvos de esmeril y plomo ó limaduras de hierro y humedeciendo al mismo tiempo que se frota, hasta que aparezca el lustre: en los mármoles negros y de color suele añadirse á los polvos una pequeña cantidad de almazarrón. 5.ª *Refinar ó suavizar*, que es dar á las piedras el mayor brillo de que son susceptibles, para lo cual con

la muñeca humedecida se frota bien con potea (a) hasta que adquiere un bello pulimento, secando después el todo. Esto es siendo mármol blanco, que cuando es de color se frota con una muñeca de lienzo el resíduo del emplomado, añadiendo una mezcla de limaduras de plomo y un tercio de alumbre, después de lo cual se concluye con la potea de estaño en seco. En los mármoles rojos se usa el almazarrón pulverizado. Se emplea también una especie de barniz llamado *costique,* que es una mezcla de cera virgen y aguarrás.

Todas estas operaciones se llevan á cabo cuando se destinan las piedras á servir de ornamentación y de lujo. Bastan, sin embargo, las dos ó tres primeras en el caso de destinarse á pavimentos ú otros objetos análogos, pues que las demás son inútiles porque su efecto desaparece al poco tiempo con el roce. En este caso puede conseguirse un semipulimento por medio del frote de unas piedras con otras, especialmente cuando se trata de pizarras ó piedras calizas.

Hay para este efecto máquinas consistentes en una rueda horizontal que gira por su eje vertical, en la cual encajan las losas que por el giro rozan con las colocadas en el suelo de una manera fija.

Condiciones que deben tener las piedras de construcción.— 45. La cohesión y dureza de las piedras deben ser suficientes para resistir no solo á los choques y presiones á que han de estar expuestas sino también á las variaciones atmosféricas. Deben buscarse las que tengan un grano fino y homogéneo, contestura compacta, uniforme y dura sin pelos, grietas ó cavidades interiores llenas de sustancias extrañas y que al golpearlas con un martillo den un sonido claro y seco y no salten. Las que exhalan olor de azufre cuando se labran, se ha observado que son muy resistentes; y entre piedras de la misma especie, son en general más fuertes las más pesadas, más duras las de grano más fino y testura más compacta y más fuertes y pesadas las más óscuras.

Las piedras deben presentar además superficies ásperas para que se adhieran á los morteros que las han de unir, pues de otra manera resbalaría el mortero y las piedras harían lo mismo, quedando sueltas y sin trabazón.

Las propiedades de absorber la humedad ó de ser permeables,

(a) La potea se hace de diversos modos: la potea de huesos es un compuesto de huesos calcinados y un tercio de alumbre todo en polvo; la potea roja es una combinación de una parte de salitre y cinco partes de sulfato de hierro, cuya mezcla se expone á un gran calor durante veinticuatro horas, y pulverizadas estas sustancias se tamizan; finalmente la potea de estaño no es otra cosa que la calcinación de éste por el agua fuerte.

deben tenerse presentes según el uso á que se destinen las piedras, desechando desde luego las que absorban prontamente el agua para obras que han de estar expuestas á la humedad y las que sean permeables para las que han de contener agua ó impedir sus filtraciones.

La extracción de las canteras y su división en trozos ha de ser fácil; y según el destino que haya de dárseles, así han de ser susceptibles de una labra más ó menos esmerada. La piedra que presenta la fractura muy áspera con muchos puntos brillantes, se trabaja con más dificultad que las de fractura lisa y de grano uniforme.

Además, la bondad de las piedras de construcción y sus ventajas respecto de otras, no está precisamente en que tengan tal dureza que haga su labra, si no imposible, muy larga y penosa, si no en que sean al propio tiempo que duras, de fácil labra, debiendo desecharse lo mismo las excesivamente blandas como las demasiado duras, por ser muy difíciles de labrar; sin embargo, hay piedras muy blandas al salir de la cantera que luego endurecen considerablemente, y esto les pasa á algunas de Alicante y Salamanca, cuya cualidad se aprovecha para labrarlas y aserrarlas.

Antes de su extracción de las canteras ha de examinarse si hay la suficiente cantidad para el objeto que haya de satisfacerse distribuyéndose convenientemente cada clase cuando la escasez de la cantera obligue á emplear las de otras de diferente calidad; en este caso debe tenerse presente la resistencia de cada una para destinar las más resistentes á los puntos en que más solidez se necesite y las más débiles á donde las causas de destrucción sean menos activas.

La experiencia en cada país enseña las piedras que reunen buenas condiciones, por lo que al tomar datos sobre los materiales que una localidad proporciona, se examinan con escrupulosidad las construcciones más antiguas donde estén empleados, y se observan los resultados que han dado para en su vista adoptarlas ó nó, ó tomar las precauciones necesarias.

De todos modos, aunque las piedras sean de buena calidad no conviene emplearlas en obra inmediatamente después de extraidas de la cantera, porque no tienen tanta resistencia como á los dos meses de expuestas al aire, especialmente si son areniscas, y más si son calizas, á las que es preciso darles tiempo para que pierdan por completo el agua de cantera.

Defectos de las piedras y medios de subsanarlos.—46. Los sillares tienen algunas veces incrustados en su masa nódulos ó riñones llamados *gabarros*, ó sean pedacitos de otra clase de piedra, que si son cristalinas toman el nombre de *habas:* los gabarros di-

ficultan la labra y son defectos en ciertos casos y en otros no, según el uso á que se destine la piedra y el tamaño de los mismos así como su adherencia, pues algunos saltan de la masa con el tiempo.

El labrado de la piedra hace saltar también algunos pedazos denominados *tasquiles* y en este caso se suple el hueco producido por medio de mastic, de que se hablará más adelante (134), ó se vuelven á colocar en su sitio, pegándolos con esta misma mezcla, cuando el tamaño del tasquil es grande y fácil de adherir. Estos remiendos son aceptables solamente en ciertos sitios, pues en otros no deben consentirse de ningún modo y hay que labrar otro sillar.

En ningún caso deben emplearse sillares que tengan pelos ó grietas y menos si éstas contienen tierras ó sustancias de menor dureza que la piedra, porque el menor esfuerzo la abriría, desuniendo la fábrica y comprometiendo su estabilidad. Las que producen los barrenos y son invisibles por el pronto, producen efectos más desastrosos cuando se abren por consecuencia de los esfuerzos á que están sometidas las piedras en las obras, porque entonces es muy difícil su remedio. Se advierte, sin embargo, este defecto golpeando la piedra con un martillo, el cual dará un sonido claro si no tiene pelos y sordo si los tiene.

47. Los procedimientos ideados para preservar las piedras de la acción del tiempo, son varios: entre ellos está el vidrio soluble ó sea silicato de potasa, que se aplica con brochas, y el baño de barita que además evita el salitre.

ARTÍCULO III.

Productos de barro ó de naturaleza térrea.

Fabricación.—48. Mezcladas las tierras con agua pueden conseguirse las formas que se deseen, y secas después por la exposición al aire, al sol ó al fuego, adquirieren una consistencia y una dureza que algunas veces produce chispas dando con un eslabón.

La calidad de un producto térreo depende de la clase de tierra de que está formado y de la perfección de los procedimientos adoptados en su fabricación; hay tierras que se agrietean cuando empiezan á secarse y aun en el horno, y otras que exigen la mezcla de otra clase para que sean más fáciles de cocer: el producto ha de secarse lentamente á fin de que la contracción no sea brusca y se efectúe sin ocasionar grietas, entrando en el horno en dis-

posición de recibir gradualmente el calor, debiendo tenerse presente que las tierras se contraen al secarse y más al cocerse, y que, por lo tanto, los moldes deben ser de mayores dimensiones que el objeto que se desea.

La fabricación en grande escala de estos productos se hace hoy por medio de máquinas empleándolas en la extracción ó cava de las tierras, en su pulverización y en la formación definitiva del producto, sea ladrillo, teja, etc.

Adobes.—49. Son el producto más grosero de esta clase de material, como formados que son de barro secado al sol: se les da generalmente la figura de paralelepípedos rectangulares de 0^m40 á 0^m60 de longitud, 0^m20 á 0^m40 de anchura y un grueso de 0^m10 á 0^m15.

50. Todas las tierras sirven para la formación de esta clase de obra, agregando á unas arena, á otras arcilla y á otras paja, estiércol ó tamo para evitar que al secarse se agrieteen y deformen, lo que si no, sucedería por su mucho grueso. La mezcla se amasa con azadas ó con *batideras (fig. 22)*, con *rastrillos (fig. 23)* y también con los piés ó manos, y mejor pisándola las caballerías cuando la mezcla es en gran cantidad, hasta que está viscoso el barro, en cuyo caso se le deja reposar dos ó tres días para que se repudra, lo que mejora notablemente las condiciones del barro.

Los adobes pueden formarse de tres maneras. La más sencilla se reduce á extender el barro en una era plana para formar una capa ó torta de espesor uniforme igual al grueso que ha de tener el adobe, y cortarla á cuadros del ancho y largo del mismo cuando empieza á secarse, empleando para ello un cuchillo fuerte ó una hoz. Se hacen más regularizados colocando de canto y paralelas en la misma era, filas de tablas ó listones que den en su altura el grueso del adobe y cuya separación sea el ancho del mismo; el barro se extiende entre ellas por igual, quitando el excedente con las manos ó con una rasera de tabla, y se cortan luego á la medida del largo del adobe cuando se empiezan á secar. El tercer método emplea *moldes ó gaberas* formados con tablas ensambladas á escuadra que den las dimensiones del adobe, los cuales se rellenan de barro, que se iguala con las manos, sacando luego el molde con cuidado para colocarlo al lado y repetir la operación. Para los tres métodos se extiende en la era arena, ceniza ó polvos de tierra seca para que el barro no se agarre al suelo, y cuando tienen alguna consistencia se colocan de canto para que se oreen y sequen bien al sol, lo cual conseguido, se apilan.

Ladrillos comunes de construcción.—51. Los ordinarios y más usados son los que tienen la forma de un paralelepípedo en donde la longitud es doble de la anchura más el grueso de la jun-

ta de mortero que se ha de interponer en la obra: el grueso varía entre el sexto y el octavo de la longitud: cuando han de emplearse en bóvedas se les da más grueso por un lado que por otro. También se hacen para este fin en figura de dovela; circulares, octogonales, etc., para columnas ó pilastras; en forma de cuarto bocel, talón, etc., por sus cantos para molduras ó cornisas y de otras figuras para diversos destinos, todos ellos con arreglo á plantillas que fijan su contorno, por lo que se denominan *aplantillados*. El ladrillo, bien moldeado y perfilado, hecho de pasta muy pura y apretada, se denomina *fino* y tiene por lo general un rebajo en sus caras mayores, denominándose entonces *de poco tendel*.

El uso del ladrillo cocido es muy antiguo y general, aun donde abunda la piedra, porque resiste bien al fuego y á las heladas y se presta á toda clase de obras.

52. La tierra para fabricar ladrillos debe ser gredosa, blanquecina y correosa, suave al tacto y que humedecida ceda á la impresión de los dedos sin abrirse, de modo que pueda tomar todas las formas que se deseen. Si la tierra es muy arcillosa, se agrietea y se deforma con facilidad, disminuyendo considerablemente de volumen al cocerla, y si, por el contrario, es muy arenosa, le falta la cohesión necesaria, absorbe mucho la humedad, es muy porosa y no puede, por lo tanto, conseguirse con ella una pasta compacta y homogénea. Debe, por lo tanto, buscarse un término medio entre ambas clases, siendo las que reunen esta circunstancia casi todas las tierras magras, mientras no contengan sustancias extrañas perjudiciales como los fragmentos de piedra caliza que por la cocción se convierten en *caliches* ó en cal y al humedecerlos aumentan de volumen (**78**) y los hacen estallar.

Si la tierra no tiene las condiciones necesarias, puede suplirse con el arte pulverizando bien la tierra y mezclándole la arena en la proporción que determinen los ensayos que deben hacerse en cada caso. Lo mismo debe hacerse cuando la tierra es poco conocida ó no ha sido empleada en la localidad para hacer ladrillos.

53. Se prepara la tierra exponiéndola por algún tiempo á la intemperie, con objeto de que se pulverice y sean arrastradas por las lluvias las materias solubles y perjudiciales que contenga. Después se amasa como para adobes (**50**) batiéndola bién para que forme liga y sea una mezcla suave, pegajosa y unida. Se emplean también máquinas *amasadoras* que consisten por lo general en un dornajo cuadrado ó cilíndrico hecho de madera, palastro ó fundición, como representa en sección vertical la *(fig. 24)*, en cuyo centro gira un eje vertical *E* armado de unas aspas dispuestas en hélice. Por la parte superior de este dornajo se echa la mezcla amasada groseramente y por una abertura inferior *S* sale ya el

barro batido en disposición de ir á los moldes. El movimiento se efectúa por medio de una armadura á la que se aplica una caballería.

El molde *(gradilla ó gabera)* para dar al barro la forma de ladrillo, ha de tener los creces necesarios para precaver la contracción durante la cochura. Se coloca sobre una mesa dispuesta en pendiente, en la cual se ha extendido de antemano arena ó tierra seca, y se llena de barro apretándolo con los dedos para que lo ocupe bién y quitando lo sobrante con una rasera ó tabla. Luego se pasa un cuchillo por los cantos para despegar la masa del molde y se arrastra todo por la mesa para dejarlo colocado en una tablilla, en la que se transporta á la era, donde se queda de plano sacando con cuidado el molde. Se moldean también en el mismo suelo de la era, como los adobes (**50**), y si se quieren ladrillos de poco tendel (**51**), se coloca en el fondo de la gradilla una tabla del grueso que se quiere el rebajo, dándole menores dimensiones que al fondo de dicha gradilla, para que el ladrillo tenga en sus cantos el grueso que da la gabera. Cuando los ladrillos han adquirido alguna consistencia, se levantan y colocan de canto, y cuando ya están algo secos se apilan cubriéndolos con teja, ladrillo cocido ó paja, si es que no hay cobertizo, con el objeto de librarlos, tanto de las lluvias que los desharían, como de los calores fuertes que los resquebrajarían.

La cochura del ladrillo puede hacerse ó al aire libre ó en hornos. Para el primer sistema, cuyo combustible ha de ser hulla ó paja, se apilan por tongas ó dagas mezclados el combustible y los ladrillos, formando un rectángulo en su base y cercándolo por los mismos ladrillos, los cuales según están más hacia fuera, se colocan más juntos unos de otros. Por el segundo sistema, empleado donde el combustible es leña, se cuecen los ladrillos en hornos de planta cuadrada (aunque no es la mejor para aprovechar el calor) cuyas paredes se abrigan, sea haciendo que el horno esté enterrado en una excavación, sea terraplenándole los costados. En la parte inferior hay una cámara que sirve de hogar para quemar la leña con una abertura ó *portillo* para introducirla, cuyo hogar está cubierto de arcos á menor distancia que el largo del ladrillo para colocar la primera hilada ó tonga y luego las siguientes sobre ella en sentido normal, dejando primero algún espacio entre los ladrillos y juntándolos luego alrededor de las paredes para que éstas no sufran, y en la parte superior con el objeto de reconcentrar el calor. Se dejan además entre los mismos ladrillos unos huecos ó respiraderos para establecer tiro en la combustión. El portillo se tapa con barro y lo mismo la última capa superior de ladrillo.

Cuando han de cocerse piezas de diferentes tamaños, deben olocarse las mayores en la parte inferior, dejando las más ligeras ara arriba, pues que son las que menor calor necesitan.

El fuego empieza flojo al principio para templar la hornada y ontinúa más ó menos tiempo hasta que la llama sale por arriba lanquecina y sin humo, en cuyo caso debe cesar el fuego y taarse todas las salidas á fin de no desperdiciar calor y dar tiemo de que se enfríe para extraer el ladrillo.

El material de que se construyen los hornos es el adobe senado con barro, que resiste mejor que el ladrillo cocido la acción el fuego. Aun así, el revestimiento interior ó sea la *camisa* neceita reparaciones contínuas.

54. No todos los ladrillos de una hornada salen igualmente ocidos: los más próximos al fuego, lo están demasiado y resultan leformados, agrieteados y aun vitrificados, llamándoseles *recochos* también azules ó de hierro por su color: los que se hallan lejos lel hogar salen crudos y se llaman *porteros*, presentando muy oca resistencia.

Los que salen vitrificados no sirven para construcción de paredes ó bóvedas, pero sí para pavimentos y para sitios húmedos.

Los ladrillos para ser buenos, han de proceder del centro del horno y tener sonido claro y campanil cuando se les da con un hierro ó se chocan unos con otros. Han de ser además de superfiie dura, resistir sin descomponerse al frío y al calor, ser susceptibles de cortarse al tamaño que se necesite al ponerlos en obra, y ofrecer en su fractura un grano fino y homogéneo, sin oquedades ó sustancias extrañas especialmente calizas.

Deben tener regularidad de formas, ser bien perfilados y de espesor uniforme y de igual coloración si han de quedar al descubierto, á no ser que la diferencia de tonos haya de contribuir á la decoración. El ladrillo usado ya, debe preferirse porque presenta la garantía del empleo anterior.

Ladrillo poroso.—55. Como una variedad del ladrillo ordinario, está el *poroso*, que se fabrica con un cuerpo combustible mezclado al barro: se emplea para ello el carbón, el corcho, el aserrín, la paja cortada, etc. Salen más económicos que los ordinarios, porque necesitan menos fuego pues ayuda el comb que contienen con la ventaja de que se cuecen por igua ucen con tan muy ligeros por los huecos que deja el combustible n su cara á la masa terrosa: además no se agrietean. Son malos n materias del calórico y pueden tener ventajosa aplicación rabados tienen especialmente en pisos y en tabiques. iores.

Ladrillos de tierras prensa aldosa ina ó baldosín exige un tra la tierra en la naturaleza, pde trasegar de unos á otros noques

ladrillo, supliendo con la prensadura la liga que le proporciona el amasado. Rara vez, sin embargo, se encuentra libre de piedras y hay necesidad de desmenuzar ó triturar las tierras, tanto más cuanto más fino se quiera el ladrillo. Para los comunes basta reducir las tierras á polvo grosero, en cuya operación pierden la humedad y hay que proporcionársela rociándolas con agua para que entren en el molde algo húmedas.

57. La fabricación se efectúa en máquinas-prensas, en cuyos moldes se echa la tierra y se comprime, saliendo formado ya el ladrillo con esta simple operación y dotado de la consistencia necesaria para poderlo transportar á los secaderos donde pierda casi toda la humedad: después se mete en el horno para su cochura, la cual se verifica en las mismas condiciones y del mismo modo que la de los ladrillos amasados.

Ladrillos mecánicos.—58. Con objeto de dar mayor resistencia, compacidad y dureza á los ladrillos, se comprimen ó prensan durante la desecación y mientras conservan la suficiente blandura para no abrirse. Se efectúa esta operación por medio de prensas como las de los molinos de aceite, más ó menos modificadas; y cuando no se quiere ó no conviene acudir á ellas, se golpean los ladrillos con una pala de madera para hacerlos más compactos y también se colocan (cuando todavía está la masa blanda) en cajas ó moldes, sobre los que se pone una tabla para recibir el golpe de un pisón que los comprime.

59. La fabricación de estos ladrillos, así como de los demás productos de barro, constituye hoy el objeto de las fábricas de cerámica, en las que hay máquinas donde basta echar el barro amasado á brazo ó en amasadoras á propósito, para que salga el ladrillo prensado de la forma que se desee. Con otras máquinas se ciernen, lavan y quebrantan ó trituran las tierras, de modo que pueden emplearse de todas clases, aunque contengan arena, cal, piedra, etc., pues que pulverizadas y mezcladas no pueden producir los malos efectos que con el cocido resultan (**52**). Otras máquinas hay en las que la tierra una vez preparada, se la hace pasar por la hilera ó se la comprime en moldes.

Los ladrillos de esta manera fabricados, además de tener sus laonas regulares, resultan de un color y resistencia uniformes, fates sobo la ejecución de labores y adornos en las paredes.
entre los'**los huecos.—60.** Se hacen de distintas clases: unos para que ealemente un rebajo en el medio de sus caras mayores reconcentrar enco tendel (**51**), y otros están atravesados por caviunos huecos ó respectangular ó cilíndrica ya en sentido perpendi-
El portillo se tapa con barro y ores. Tienen la ventaja sobre los de ladrillo. . misma cantidad de material, la

forma tubular es más sólida que la maciza y presentan menor grueso sus juntas al exterior.

Se hacen también cacharros ó *botes* de barro de forma cilíndrica ó prismática, que tienen poco grueso, y por lo tanto, son muy ligeros para emplearlos en el forjado de suelos.

Con el nombre de *vagones* y para subida de humos de las chimeneas dentro del espesor de las paredes, se fabrican ladrillos huecos que tienen rugosas y estriadas las caras exteriores, para su mayor sujeción y presentan redondeados sus ángulos interiores.

Ladrillos refractarios.—61. Son los que resisten más que otros á la acción del fuego y se destinan á hornillos, hornos y demás sitios que han de sufrir una alta temperatura.

Las arcillas más á propósito para fabricarlos son las que contienen solamente sílice y alúmina en combinación, hallándose libres de yeso, piritas enteras ó descompuestas, hierro oligisto terroso y granos ó polvo de cal ó carbonato de cal. Generalmente son blancas ó de color gris muy claro á no tener algo de carbón, el cual les da un tinte negruzco.

En Manila, según refiere Valdés, se hicieron con buen éxito ladrillos refractarios para hornillos económicos de sus cuarteles y hornos de fundición, con partes iguales de carbón vegetal, yeso, polvos de porcelana y polvos de la piedra de Angona. Para los tubos de hornillos de fundición basta mezclar por partes iguales el yeso y los polvos de porcelana.

Baldosas y baldosines.—62. Son láminas ó planchas de barro de poco espesor, distinguiéndose con el nombre de *baldosas ó mazaris* las que se hacen como los ladrillos comunes, aunque con barro un poco más fino, y con el de *baldosines* los fabricados con arcillas más puras y por procedimientos más perfeccionados que los presentan compactos y lisos.

La figura y tamaño de estos productos son tan varios como el gusto del fabricante ó constructor al formar los dibujos que ha de presentar su colocación. Así se fabrican de la figura de ladrillos, en cuyo caso se llaman *rasillas*, cuadrados, triangulares, romboidales y de las demás figuras geométricas cuya combinación se presta á infinidad de dibujos.

Los baldosines se denominan *comunes* cuando se hacen con arcilla sola; *grabados ó estampados*, si tienen relieves en su cara vista; *de colores*, cuando se emplean en su confección materias colorantes; *incrustados*, los que además de ser grabados tienen rellenos los rehundidos con tierras de varios colores.

63. La fabricación de la baldosa fina ó baldosín exige un gran esmero. La arcilla se ha de trasegar de unos á otros noques

ó depósitos y se ha de amasar y batir bien hasta darle la correosidad y blandura de la cera.

Sobre un molde de mayores dimensiones que la baldosa y parecido al de los ladrillos, se da á la pasta la forma de una tabla, y cuando ha adquirido alguna consistencia se la bate con una paleta de madera dura ó bruñidor cilíndrico de cristal ó por medio de un molde de presión en una máquina, haciendo siempre la operación sobre una superficie áspera para que resulte así la cara que ha de servir de lecho y se ha de adherir al mortero en la obra, ó sobre un molde con cuadrículas ó labores rehundidas para que resulten partes salientes. Conseguida una cara lisa se le da una vuelta sobre un plano también muy liso y limpio y se corta con un cuchillo, aplicándole el *patrón* de tabla ó plancha de hierro del tamaño y figura que ha de tener la baldosa.

El grabado ó estampación de las baldosas se practica cuando se fabrican, comprimiendo en el mismo molde ó antes de que tome consistencia el barro, con una plancha de metal ó madera que tenga el relieve ó saliente que se desee estampar en la baldosa.

Si se quieren baldosas incrustadas se rellena el hueco de la anterior operación con una papilla espesa de barro del color conveniente, pero de la misma clase.

La coloración de las baldosas se consigue eligiendo la arcilla que dé el color que se desee, y si ésta escasea se les puede dar un baño de ella por la superficie, haciendo lo restante de otra clase de arcilla. Se da un color gris á las baldosas, introduciendo en el horno á mitad de cochura cierta cantidad de leña verde y húmeda y cerrando por algún tiempo todas las salidas, con lo que el humo penetra por todos los poros de la baldosa y le da el color gris que se apetece. Los colores abigarrados se consiguen mezclándolos en desorden y frotando con ellos las baldosas ó sumergiéndolas en la mezcla.

64. La buena baldosa debe tener sus aristas vivas, ha de ser ligera, consistente, de una superficie lisa y dura y de un sonido claro y campanil.

Azulejos.—65. Son, los mismos baldosines ó baldosas finas á las que se da un barniz ó esmalte, pintándose ó no de varios colores ó de uno solo. Los hay *lisos*—blancos ó de color—y de *raqueta* ó de *relieve* ó *cuadrícula* incrustados de esmalte.

Su uso, para el revestimiento de paredes, es de necesidad, donde la limpieza ó aseo es una condición indispensable; contribuyen á hermosear las habitaciones cubriendo las paredes hasta cierta altura, y también las fachadas en algunos sitios.

66. Cuando han de quedar blancos ó de un color los azulejos, se sumergen en la tina donde está preparado el barniz ó es-

malte, de manera que no se cubra con él más que la cara de encima, á cuya operación se llama *enjalbegado* ó *engobe*, y si se han de pintar se aplica sobre la capa anterior el color conveniente por medio de un pincel. El barniz se prepara con óxido de estaño, sulfato ú óxido de plomo llamado alcohol de alfareros y otras sustancias, volviéndose á cocer para conseguir la vitrificación.

Para los azulejos de raqueta, se hacen las incrustaciones como en las baldosas, quedando el barniz ó esmalte resguardado ó limitado por unos nervios salientes que se hacen en la pasta al prensarlos, para cuyo objeto tienen los moldes las correspondientes ranuras ó rehundidos, indicando con su dibujo la separación de los diferentes colores.

También se fabrican azulejos de porcelana mate, incrustadas y esmaltadas de brillantes colores, presentando mayor lujo y belleza que los antiguos.

Mosaico y terra cotta.—67. Las pequeñas baldosas ó baldosines, de brillantes colores y dureza tan extraordinaria que se conocen con el nombre de *mosaico*, no son más que productos de arcillas especiales reducidas á polvo impalpable y que por la presión y el cocido toman su forma y consistencia. Afectan, como se sabe, figuras geométricas variadas, de una gran exactitud para que su combinación presente una obra verdadera de arte.

La trituración y molido de la arcilla, se verifica en molinos como los de harina ó parecidos y el moldeado en prensas ó timbres: la cocción se hace en hornos especiales.

68. Con el nombre de *terra cotta*, se hacen ladrillos ó mejor dicho, sillares más ligeros que los de piedra natural y que como producidos en moldes, afectan las molduras ó adornos que se desean. La calidad de las arcillas con que se fabrican y el esmero en su cochura, aumentan considerablemente su resistencia.

Tejas.—69. Diversas son las formas que se pueden dar á las tejas, como diversos son los procedimientos que se emplean para obtenerlas. Se hacen á mano las más comunes ó *árabes* de forma cónica, las *de doble inflexión* ó sea de sección ∽, y las *planas* con las combinaciones de plana y curva. Por medio de máquinas, se fabrican de forma general plana con rebordes y canales para las aguas al exterior y para encajar unas con otras en los bordes.

70. La tierra para tejas ha de ser ligera y de ligazón bastante entre sus partes, mezclándole algo de arena fina si fuera muy fuerte y propensa á agrietarse.

La fabricación exige un esmero mayor que la de los ladrillos y baldosas por depender de las tejas la buena conservación, y por lo tanto la estabilidad de una gran parte de la construcción.

El moldeado de las tejas curvas ó árabes, se ejecuta en dos veces: primero se hace plana del grueso que ha de tener y de las dimensiones de la teja desarrollada, y después se la hace tomar la forma curva plegándola sobre la superficie cónica del molde, llamado *galápago*. Se deja con cuidado en la era hasta que ha adquirido alguna consistencia y que pueda colocarse de canto, y últimamente se cuece en los hornos de ladrillo, para lo que se colocan en la parte superior.

El moldeado á mano de las otras tejas, se hace análogamente á la de las curvas, sirviéndose de útiles y moldes adecuados á la forma que hayan de tener, pegando con papilla los apéndices ó partes salientes que no resulten del molde.

Las máquinas de moldear tienen por principal objeto la compresión ó prensado de la masa ó pasta de tierra, lo cual se verifica en moldes dobles ó planchas, una superior y otra inferior, teniendo cada una rehundido lo que en la teja ha de ser resaltado y al contrario, de relieve, lo que ha de presentarse hueco.

71. Del mismo modo que las baldosas, se pueden las tejas colorar y barnizar, usando en algunos puntos para esta operación una mezcla de arcilla á la que se agregan veinte partes de litargirio en polvo y tres de óxido de manganeso.

72. La buena teja debe ser ligera é impermeable, inatacable por los hielos, bien moldeada, de sonido claro y bastante resistente para que pueda aguantar, colocada con la concavidad hacia abajo, el peso de un hombre de pié sobre ella.

Tubos, arcaduces ó caños.—73. Destinados á la salida de humos ó á la conducción de aguas, su forma es unas veces cónica, otras cilíndrica y otras cuadrangular, teniendo siempre su generatriz recta. La forma cilíndrica ó cuadrangular exige que sus extremos ó bocas tengan un rebajo inversamente dispuesto para que las de unos encajen ó enchufen en las de los otros, ó que haya un reborde por el que se enchufen.

Las variaciones de dirección en una cañería se verifican con tubos curvos llamados *codos* ó *codillos* y cuando ha de empalmar ó bifurcarse otra tubería se emplean los llamados *injertos* ó *empalmes sencillos* ó los *dobles* según tengan uno ó dos brazos. En esta clase de obra se comprenden también los *sifones* para retretes y sus *taxas* ó *platillos*.

74. Las arcillas han de estar limpias de piedras ó materias extrañas, siendo las mejores las que se deformen y contraigan menos, las que sean más duras después de cocidas y las que den más sonoridad al producto.

Se hacen en el torno de alfareros llamado *chino*, después de amasada la arcilla ó envolviendo una plancha de barro en un ci-

ndro de madera provisto de rebordes para los enchufes, rulándose después de unida para acabarlo de igualar. Hoy se emplean ıs máquinas de prensar los ladrillos sin más que variar los moles.

El secado de estos objetos ha de ser lento por lo expuestos ue son á deformarse. Los tubos, cuando están en un punto de equedad conveniente se pasan ó hacen rodar por una superficie ersa para regularizar las deformidades que adquieren al enjugarse.

Se cuecen en cualquier horno poniendo los objetos más pequeños dentro de los grandes para aprovechar sitio y que el tiro ea igual.

Á veces se les da un barniz particular que se obtiene derraıando sal marina ó común en el interior una vez cocidos y expoiéndolos segunda vez al fuego para que la sosa determine la viificación. Se suele también formar el vidriado mezclando en gua con algo de vinagre, polvos de óxido de plomo, litargirio, ıinio, óxido de cobre y sulfato de plomo. Igualmente se emplea feldespato reblandecido por la sosa y el bórax.

Adornos de barro.—75. Como la tierra cocida es susceptile de resistir mejor que la piedra la acción de la intemperie, se mplean desde muy antiguo los adornos de barro cocido en los tios más expuestos de los edificios, ya sea en fachadas ó en las ubiertas, satisfaciendo las mil exigencias de la ornamentación de na manera fácil y económica.

76. La arcilla preferible para esta fabricación es la llamada lástica ó de alfareros que algunas veces es blanca y generalmen- coloreada por el óxido férrico. Es más untosa que la común y orma con el agua una pasta ligable y dúctil. Se compone también on tres partes de arcilla lavada y una de arena finísima tamizada.

Es de importancia procurar que no haya partes muy entranes ó salientes que exijan moldes separados, y escogitar, por el ontrario, formas simples adecuadas al moldeado y á la manera omo obra el fuego en los productos cerámicos. Los moldes se reparan con aceite ó ceniza fina para que no se pegue á ellos el arro.

El relleno de los moldes se hace con barro ó con papilla. Por primer procedimiento llamado *al pastel,* se extiende el barro y comprime con un rodillo ó con las manos para que ocupe bien odas las oquedades y detalles: se deja enjugar un poco para que desprenda y pueda sacarse del molde, lo cual conseguido, se le uitan las rebabas y se arreglan las partes que hubiere defectuoıs: si el adorno consta de algunas piezas, se hace la pegadura on papilla cuando el barro está en la sazón conveniente. Cuando relleno se verifica con papilla, el moldeado se denomina *colado*

ó *vaciado*, y para ello se echa ó vierte la papilla, hasta llenar todas las hendiduras ó bajos relieves, en cuya disposición se deja por algún tiempo, para dar lugar á que vaya tomando cuerpo y secándose con objeto de sacarlo volviendo el molde boca abajo.

ARTÍCULO IV.

Cales, cementos y puzolanas naturales.

Clasificación y propiedades.—77. Como queda dicho (27) la calcinación de las piedras calizas, produce la cal ó sea óxido de calcio. Recien calcinada se denomina *viva* y para emplearla hay que *apagarla* ó *extinguirla*, es decir, hidratarla ó mojarla.

Unas piedras dan cales que, reducidas á pasta, con la adición de agua fraguan ó toman cuerpo y se endurecen solamente al aire, llamándolas *aéreas* ó *comunes*, y otras que, además de tener esta cualidad, se endurecen en sitios húmedos ó sumergidas en el agua, y se las llama *hidráulicas* y *cementos*. Las *puzolanas* son aquellas sustancias que reducidas á polvo y mezcladas á la cal común la hacen hidráulica.

Cales comunes.—78. En las cales *aéreas* ó *comunes* se comprenden las *grasas* y las *áridas*, *magras* ó *secas*.

La cal *grasa* es la más pura de todas y se presenta ordinariamente con el blanco más puro. Al mojarla, ó sea al *apagarla* ó *extinguirla*, se calienta, absorbe una gran cantidad de agua y aumenta hasta tres y media veces su volumen, produciendo con el agua una pasta fina, trabada y untuosa. Sumergida sola en el agua después de reducida á pasta, no adquiere consistencia alguna, disolviéndose completamente si se la agita; pero puesta al aire, adquiere gran dureza con el tiempo.

Cal *árida* ó *seca* es aquella que tiene en su composición materias diferentes tales como la magnesia, los óxidos de hierro y manganeso y la sílice en estado de arena, pero sin la alúmina que le daría propiedades hidráulicas. Esta cal absorbe poca agua, aumenta solo un doble de su volumen, no adquiere la untuosidad ni desarrolla el calor que la grasa, y sumergida en el agua no se endurece jamás, pero no se disuelve tanto como la cal grasa.

Cales hidráulicas.—79. Las hay *simplemente hidráulicas*, *débilmente hidráulicas*, *medianamente hidráulicas* y *eminentemente hidráulicas*.

Se considera como *hidráulica* la cal que contiene 6 á 12 por 100 de arcilla, en su extinción absorbe mucha agua y da de dos á tres volúmenes de cal en pasta por uno de cal viva. Sumergida la

pasta en el agua, no fragua sino al cabo de quince á veinte días, continuando lentamente su endurecimiento hasta el año, en que tiene la consistencia del jabón seco, no adquiriéndola ya mayor. Si se la remueve se disuelve como la cal común aunque con dificultad.

Se llama cal *débilmente hidráulica* la que tiene de 12 á 15 por 100 de arcilla. Sumergida en el agua, fragua desde los nueve á los quince días, y al cabo de seis meses se endurece como el jabón duro.

Cal *medianamente hidráulica* es la que contiene de 15 á 17 por 100 de arcilla. Al apagarla, da dos de cal en pasta por una de cal viva. Reducida á pasta y sumergida en el agua, forma cuerpo á los seis ú ocho días continuando su endurecimiento, de modo que de los cuatro á los seis meses tiene la consistencia de una pasta cerámica ó de piedra muy blanda, y al año ya no le ataca el agua.

Cal *eminentemente hidráulica* es la que contiene de 17 á 20 por 100 de arcilla y da por la extinción de uno y medio á dos de cal en pasta por uno de cal viva. En el agua fragua del segundo al sexto día de sumergida en pasta, siendo al cabo de un mes muy dura y completamente insoluble y á los seis, como piedra caliza absorbente cuyas caras pueden ser lavadas. Al romperse en este estado presenta una fractura de escamas.

Cimentos ó cementos.—80. Se llama *cal límite, ó cemento de fraguado lento,* la cal que contiene de 20 á 25 por 100 de arcilla, y se obtiene sometiendo la piedra á una elevada temperatura para que haya principios de vitrificación. Este producto no puede ya ser apagado y hay que triturarlo para reducirlo á polvo. Amasado con agua, fragua en un tiempo de media hora á dieciocho horas.

Cemento de fraguado rápido, es aquel que contiene 25 á 40 por 100 de arcilla y no se apaga, de modo que en contacto con el agua no se combina con ella ni se reduce á polvo, pero si se bate recien salido del horno, es decir, cuando está vivo, endurece instantáneamente, y si se le deja enfriar tarda en fraguar de quince á sesenta minutos.

Cuando contiene de 35 á 40 por 100 de arcilla, el cemento fragua con gran rapidez aunque esté frío, por lo que resulta ya de difícil aplicación, pues no da tiempo para manipularlo, además de que no produce buenos resultados.

Puzolanas.—81. Son materias de diferentes colores calcinadas por el fuego de los volcanes y formadas principalmente de arcilla con un poco de cal, de potasa, de sosa ó de magnesia, peróxido de hierro y algún otro.

Existen varias sustancias que pueden convertirse en puzolanas por una preparación conveniente, pero todas ellas necesitan una torrefacción y reducirse á polvo fino. La puzolana es *poco enérgica* cuando mezclándola con cal grasa en las proporciones convenientes se obtiene una mezcla que fragua en el agua á los diez ó veinte días. Es *enérgica* simplemente si fragua del tercero al cuarto día, y, finalmente, se la denomina *muy enérgica* cuando la pasta fragua en los tres primeros días.

La buena puzolana se distingue porque pulverizada y amasada con agua, forma una masa continua. La que tiene un color rojo violeta es la más rica en hierro y, por lo tanto, la que mejor mortero hace, pues el óxido de hierro favorece el endurecimiento de los morteros.

Elección de las piedras para obtener cal.—82. Diversos medios químicos hay para conocer la calidad de las piedras calizas destinadas á fabricar cal pero ninguno satisface mejor que los prácticos. Uno de ellos es el siguiente: se toma una vasija de barro agujereada y se llena de piedra partida al tamaño de una nuez gruesa, se coloca en la parte alta de un horno de cal ó ladrillo y á las 15 ó 20 horas se extrae dejándola enfriar si se ha de hacer el ensayo inmediatamente ó se la conserva, si no, en una vasija bien tapada. Para seguir el ensayo, se pulveriza la piedra y se forma con agua una pasta espesa que se coloca en un vaso hasta que ocupe los dos tercios ó los tres cuartos del mismo, dando golpes en el fondo con la mano para que se asiente bien. A las tres ó cuatro horas se llena el vaso de agua dejándolo todo reposado; y si á los dos ó tres días tiene la masa una consistencia tal que el dedo, apretando fuertemente, no hace impresión en ella, la cal será eminentemente hidráulica. Si esto no sucede hasta los ocho ó diez días, será hidráulica; y si hasta los treinta ó cuarenta no se obtiene este resultado, la cal será débilmente hidráulica; siendo común si al cabo de este tiempo no adquiere ninguna consistencia.

Fabricación de la cal común.—83. La calcinación puede ser *periódica ó intermitente* y *continua*. Es periódica cuando se calcina la piedra y se deja enfriar en el horno para poderlo descargar y volver á calcinar otra, y continua cuando, sin apagar el fuego, se extrae la caliza ya calcinada por la parte inferior del horno al mismo tiempo que se repone otra por la parte superior. La calcinación se dice á *gran llama* cuando las piedras llenan una parte del horno y debajo de ellas se coloca el combustible, que generalmente es leña, y *por capas ó á pequeña llama* si se coloca el combustible por capas alternadas con otras de piedra, en cuyo caso el combustible es por lo regular la hulla.

La piedra se calcina ordinariamente en el horno llamado *de*

campaña, que consiste en una simple excavación hecha en el terreno, á la que se da la forma cilíndrica aprovechando para ello la ladera de un cerro ó un banco cualquiera de tierra. Si el terreno no es suficientemente duro, se reviste el interior de un muro de piedra en seco ó trabado con barro. Los hornos *comunes* solo difieren del anterior en que están revestidos interiormente con una *camisa* hecha de adobes y barro, como en los hornos de ladrillo (**53**).

El horno se carga dejando en la parte inferior como hogar una cavidad por medio de una bóveda hecha con la misma piedra de cal. Por la parte abierta de la excavación cuando el horno es de campaña, se revisten las piedras con barro para que no se escape el calor, dejando únicamente el portillo que comunica con el hogar.

Esta clase de hornos consumen una gran cantidad de combustible porque en sus ángulos se pierde una parte muy considerable de calor, el cual se escapa también por su parte superior. Por esto, donde la leña escasea, se construyen de forma cónica truncada cuya base mayor es el hogar.

El tiempo necesario para la calcinación es de tres á cinco días con sus noches, observándose unas seis horas antes de la completa calcinación un asiento general en la piedra que produce un hundimiento por la parte superior del horno. La piedra pierde por la calcinación hasta 0,45 de su peso primitivo y de 0,10 á 0'20 de su volumen por efecto de la evaporación del agua y del ácido carbónico que contenía.

Fabricación de la cal hidráulica.—84. Exigiendo medios especiales agenos al objeto de este Manual, nos ceñiremos á manifestar que el horno es de cochura continua, partiéndose antes las piedras á un tamaño uniforme y empleándose carbón de piedra por lo general.

La cal cocida se apaga con agua, dejándola algún tiempo apilada y luego se criva y se muelen los granzones, cuyas operaciones se repiten: últimamente se deja reposar durante un mes ó dos antes de su empleo en las obras.

Apagado ó extinción de las cales.—85. La cal debe apagarse pronto y completamente en el agua luego de salir del horno. Si las cales comunes ó algo hidráulicas tienen exceso de calcinación, tardan más en fraguar, no se apagan en muchas horas y aun en uno ó dos días y aumentan más de volumen aprovechándose mejor porque no resulta *hueso* ó pedazos sin calcinar. En cambio, los morteros hechos con ellas no tienen tanta fuerza. Al contrario, si la cal está poco calcinada, fragua con más rapidez; por esto las hidráulicas se calcinan menos que las comunes, sa-

apagada por aspersión produce 1,370 volúmenes, por sumersión 1,270 y espontáneamente 1,000, absorbiendo 105 litros en el primer caso, 71 en el segundo y 68 en el tercero.

Cuando se quiere averiguar el agua que necesita una cal determinada, se toma un trozo de cal viva que se pesa y se coloca en una vasija con bastante agua: verificada la extinción se decanta el agua que no haya absorbido la cal y pesando luego la masa podrá saberse qué es lo que ha aumentado al peso primitivo y por lo tanto la cantidad de agua necesaria para la extinción.

93. El modo de extinguir la cal ejerce grande influencia sobre su cualidad posterior. Vicat ha observado que puede dársele doble resistencia á una mezcla eligiendo el sistema más adecuado de extinción.

La extinción ordinaria es la que mejor divide las cales y la que les dá toda la blancura de que son susceptibles. Las cales comunes apagadas por inmersión son más resistentes que las que se apagan por aspersión. Por la extinción espontánea salen las cales menos blancas que por los otros métodos, teniendo menos tenacidad por no estar tan bien divididas. En las cales hidráulicas, este método les quita parte de sus propiedades. Así que, según Vicat, el orden de preferencia que debe adoptarse para las cales comunes es: 1.º la extinción espontánea: 2.º la de inmersión: 3.º la ordinaria; y para las hidráulicas: 1.º la extinción ordinaria: 2.º la de inmersión y 3.º la espontánea.

94. La cal que ha estado aireada por algún tiempo antes de la extinción se hace *perezosa*, es decir, se apaga dificilmente y las cales hidráulicas concluyen por disolverse en el agua sin manifestar otra cosa que un poco de calor.

Los cementos no se pueden apagar, pues no obra el agua sobre ellos, así como las cales eminentemente hidráulicas son algo reacias para admitirla. Es preciso en este caso pulverizarlas después de calcinadas y emplearlas sin apagar.

Conservación de las cales.—95. Cuando la cal apagada por el método ordinario ha de conservarse por algún tiempo sin emplearla, se la debe cubrir con una capa de arena y tierra ó de arena fresca. Si se ha apagado por inmersión ó espontáneamente se debe guardar en cubas ó toneles cubiertos de paja y al abrigo de la humedad.

Las cales hidráulicas que han de conservarse por algún tiempo se apagan por inmersión y se encierran en sacos ó barriles bien tapados, que se colocan en sitio seco y separados del suelo por una tabla.

ARTÍCULO V.

Cales, cementos y puzolanas artificiales.

Métodos de hacer cales hidráulicas y cementos.—96. Conocida la causa de la hidraulicidad de la cal que es la presencia de las arcillas, se concibe que pueden fabricarse artificialmente cales hidráulicas y cementos, mezclando la arcilla á la piedra caliza pulverizada ó á la cal en las proporciones que las piedras naturales las contienen. Para ello propone Vicat dos medios: *ó á simple ó á doble coción.* Por el primero, se reduce á polvo la arcilla y la piedra caliza y se hace con ellas un caldo que se deja reposar en noques: se forman ladrillos toscos con la pasta cuando tiene consistencia y se los calcina en un horno. Por el segundo *ó á doble coción* se mezcla la arcilla con la cal ya calcinada y se hacen con ello las mismas operaciones que por el medio anterior.

Cemento Portland.—97. El que lleva este nombre es el artificial de fraguado lento y se emplea en toda clase de construcciones, ya por su energía en fraguar y endurecimiento consiguiente, ya por la propiedad que tiene de poderse mezclar con una gran cantidad de arena.

El color de este cemento es gris verdoso claro, á veces gris azulado claro, y cuando ha endurecido por completo, afecta un color gris azulado claro: su sabor es ligeramente alcalino, apenas sensible. Gastado puro, fragua á las cinco ó diez horas, tardando 30 días al aire libre y 45 en el agua para su completo endurecimiento, el cual se retrasa mezclándolo con arena. Después de endurecido, adquiere, así dentro como fuera del agua, la resistencia y dureza que la mejor piedra arenisca; resiste bien el calor y el frío sin contraerse ni dilatarse sensiblemente y no le atacan el alcohol, los aceites, las lejías ni el agua de mar.

Mezclado con cal común, constituye un buen mortero hidráulico y se adhiere bien á las paredes de tierra.

Aprovechando las escorias procedentes de los altos hornos de fundición de hierro, se ha establecido la fabricación de *cementos de escorias,* cuyo fraguado es lento y su peso específico menor que el de Portland, pero no inferior en calidad.

98. Para averiguar la bondad de un cemento, la mejor prueba es hacer un ensayo, para lo cual Pasley dá las siguientes reglas: Mezclando el cemento en polvo con agua para formar una torta, se hacen con ella unas bolas y cuando hayan cesado de despedir calor se sumergen algunas en agua, observando al cabo

liendo del horno en la apariencia con la misma dureza con que entraron y hay que pulverizarlas para su empleo.

Al verificar la extinción, la cal desprende un gran calor, silba al penetrarle el agua y ésta se evapora deshaciéndose la cal en polvo y aumentando de volumen. Disuelta en agua, absorbe ácido carbónico y forma una costra que si se quita, vuelve á renovarse mientras hay agua.

86. Cinco métodos hay para apagar cal y que se emplean unos ú otros según el destino y calidad de la misma. El 1.º se llama *ordinario* ó por *infusión:* el 2.º por *lechadas:* el 3.º por *inmersión* ó *sumersión:* el 4.º por *aspersion* ó *riego* y el 5.º *espontáneo.*

El método por *infusión* ú *ordinario* consiste en echar poco á poco el agua sobre la cal extendida en el suelo por capas de unos $0^{m}25$ de espesor ó en un noque ó artesa de bastante capacidad para contener la cal cuando aumente de volumen. De esta manera, se reduce la cal á una masa espesa, agitándola para que todas sus partes estén bien disueltas, no vertiendo agua segunda vez hasta que haya hecho su efecto la primera ó hasta que la cal se enfríe. Es conveniente hacer pasar la masa á otro depósito más bajo, en cuya comunicación haya una rejilla que impida el paso de las piedras no apagadas. De este modo se consigue tenerla luego con la consistencia de pasta y no resultan huesos ó partes sin apagar. La cal se puede apagar en un depósito impermeable, cubriéndola con una capa de arena de $0^{m}5$ de espesor sobre la cual se vierta poco á poco el agua hasta que se halle bien embebida, teniendo cuidado de cerrar con presteza las grietas que se formen en la arena por las que el vapor de la cal tiende á marcharse.

Se apaga también la cal echándola en artesones con el agua suficiente para hacer una lechada bien batida, teniendo cuidado de separarle las piedras y demás sustancias extrañas. Por este método, que como se vé es en realidad como el primero, se puede emplear inmediatamente la cal.

87. Para apagar la cal por *inmersión,* se coloca en cestas que se sumergen en agua mientras silba y se oye el ruido que produce la absorción hasta que hierve, en cuyo caso se la retira dejando que se escurra un poco y se la apila ó coloca en cajones, donde no pudiendo escapar el agua, va apagando la cal poco á poco reduciéndola á polvo. Algunas veces, cuando la cal viva está en grandes trozos se apaga con dificultad, y hay que partirla al tamaño de una nuez antes de apagarla.

88. Por el método de *aspersión* ó *riego,* que viene á ser como el anterior, se extiende la cal en el suelo y se rocía poco á poco con agua mientras silba y se oye ruido, reduciéndose luego á polvo.

89. La extinción *espontánea* no consiste más que en somer la cal extendida en el suelo de un cobertizo y por capas de $^{m}2$ á $0^{m}5$ de espesor, á la acción lenta y continua de la atmósfea, por cuya influencia se reduce á polvo fino con desprendimieno de poco calor y sin vapor visible. Esta operación debe hacerse n atmósfera que no sea húmeda, retirando la cal cuando la extinión sea completa para conservarla en toneles ú otros sitios.

Aunque económico este método, es muy embarazoso por el ran sitio que exige aun cuando puede obviarse en parte dispoiendo varios pisos de tablones, distantes $0^{m}7$ unos de otros.

90. Algunas cales hidráulicas se apagan con dificultad deando piedras sin extinguir, en cuyo caso es preciso triturarlas ntes de la extinción. Vicat marca el siguiente procedimiento: Se oloca la cal viva en un estanque impermeable en capas de $0^{m}20$ á $0^{m}25$ de espesor: se echa el agua de manera que penetre y cirule por todos los huecos que deja la cal, y la efervescencia no arda en producirse. Se continúa echando capas de cal y agua alernativamente, cuidando no hacer una lechada y dirigiendo el gua por medio de una batidera á donde se vea la cal en seco. De iempo en tiempo se introduce un palo con punta donde se supoe que falta agua, y si sale cubierto de una cal pegajosa la extinión está hecha, pero si por el contrario se eleva un humo harioso hay que echar más agua.

En esta clase de cales no debe apagarse más que la precisa para el consumo de un día, para lo que se establecen dos noques, lenándose el uno según va desocupándose el otro y extinguiéndose así completamente durante el día, con lo que se deja tiempo para que se dividan los fragmentos más rebeldes.

Observaciones sobre la extinción.—91. El agua que se emplee debe ser lo más pura posible, desechando aquella que conenga cuerpos extraños ó sales minerales, y sobre todo las procedentes de lagunas y las de lluvia que han limpiado las calles.

Debe tenerse presente que el echar el agua de golpe sobre la cal común produce mal apagamiento, siendo tanto peor cuanto más fría esté el agua, en razón á que se hiende en seco en algunos puntos en los que se deshace con dificultad la piedra al verter de nuevo agua.

92. La extinción de las cales produce un aumento de volumen y necesita una cantidad de agua que varía según es el procedimiento que se emplea. Se calcula generalmente y por término medio, que la cal grasa si se apaga por aspersión aumenta 3,500 veces su volumen, si espontáneamente 2,580 y si por sumersión 2,340: el agua que absorbe es de 291, 188 y 172 litros respectivamente en cada caso. Asimismo se acepta que la cal hidráulica

de un día ó dos si están duras por dentro y fuera lo que ha debido suceder también con las que quedaron al aire. Si así ha sucedido es prueba de que el cemento es bueno: pero si no, el defecto podrá consistir en que sea viejo, en que esté mal preparado ó en que se halle falsificado. Para conocer cuando es viejo, se ponen en un crisol las bolas que había en el agua, después de secas, se las somete al fuego rojo de carbón hasta que tratadas por un ácido no produzcan efervescencia. Se reducen luego á polvo y se vuelve á hacer con él y agua otras bolas. Si éstas endurecen en el agua y al aire del modo dicho antes, el cemento era primitivamente bueno; pero la acción de una atmósfera húmeda lo había deteriorado. Si esta segunda prueba no da buen resultado, consistirá en que las sustancias empleadas en la fabricación del cemento eran malas, que no se han mezclado en las proporciones convenientes ó que está falsificado con materias baratas tales como tierras.

Comparados los cementos buenos con los deteriorados, se ve que aquellos presentan un color fresco, gris verdoso, siendo más claro cuando ha sido recocido; y gris blanquecino mate como el de la ceniza cuando el cemento está pasado pero no ha sido recocido.

Las bolas del cemento Portland que empiezan á fraguar por su interior sin quebrarse desde los cinco á los veinte minutos y que introducidas en agua inmediatamente después de su preparación no se desagregan, proceden de un buen cemento.

Deben desecharse aquellos cementos, cuyas bolas expuestas al aire presenten aun después de su endurecimiento cierto lustre como de una capa vidriosa.

Observaciones sobre los cementos.—99. Hay que observar que el cemento se endurece antes en el aire que en el agua y que esto se verifica siempre y gradualmente de la superficie al interior. Bajo la acción de un fuego violento, pierde su fuerza de cohesión y se resquebraja.

No es la mejor cualidad de un cemento la demasiada rapidez en el fraguado, pues sobre no dar tiempo para su empleo no alcanza nunca la dureza del que lo da para amasarlo.

Los cementos aireados no fraguan empleados solos; pero mezclados con cal grasa, le comunican la propiedad hidráulica en grado superior al que se puede obtener de ellos en vivo. Según el grado de energía que se desee en la cal hidráulica así obtenida, se mezclan de una á dos partes de cemento con una de cal grasa.

Puzolanas artificiales.—100. El *polvo* de *arcilla*, las *tierras ferruginosas*, los *esquistos y basaltos*, tostados y pulverizados, pueden emplearse como puzolanas para hacer hidráulica una cal.

El *polvo* de *arcilla* se tiene en las tejas y ladrillos moliéndolos y pasándolos por tamiz como lo usaron ya los romanos: la teja es preferible por estar cocida con más igualdad. Esta puzolana no conviene á las cales que ya son hidráulicas, pues que teniendo que mezclarse con ellas en seco robarían durante el amasado una gran parte del agua necesaria para el endurecimiento del mortero.

Cuando las puzolanas se quieren obtener directamente de las arcillas, deben buscarse aquellas que contengan cal, porque necesitan menos coción y menos trabajo después para pulverizarlas. La existencia de la cal se averigua vertiendo algunas gotas de un ácido cualquiera ó de vinagre fuerte, sobre un trozo de arcilla ó mejor sobre la arcilla reducida á pasta clara y si produce efervescencia probará la presencia de la cal. Sin embargo, como la excelencia de la arcilla para fabricación de puzolana puede deberse á otras sustancias que no sean cal, es bueno hacer un ensayo con las arcillas y la cal que haya de emplearse y adoptar aquella que dé mejores resultados.

Para fabricar la puzolana se hacen con la arcilla ladrillos más ó menos gruesos y se cuecen también más ó menos, según contengan más ó menos cal: después se reducen á polvo fino pasándolo por tamiz, porque tanto mejor será una puzolana cuanto más fina sea.

Vicat propone que se eche la arcilla en polvo sobre una plancha de hierro candente teniéndola de diez á veinte minutos, con cuyo sistema ha obtenido una puzolana superior á la natural.

Cuando la arcilla no contiene cal, debe amasársela con cuatro ó cinco centésimas de dicha sustancia.

Añaden algunos, con el objeto de aproximarla lo más posible á la natural, limaduras de hierro que oxidándose al mojar la mezcla aumentan de volumen y aprietan el mortero. Este objeto puede conseguirse echando en una vasija con agua pedazos de hierro viejo que se oxidan y empleando luego esta agua para la fabricación del mortero.

101. Las *tierras ocres ó boles* que son un compuesto de arcilla con 20 por 100 de óxido de hierro, expuestas á la acción del fuego, pueden también servir de puzolanas. Tienen la ventaja de que no necesitan pulverizarse después de la calcinación, lo que disminuye los gastos. Entre los ocres, los que tienen un color rojo son los mejores, sobre todo cuando contienen mineral de hierro.

102. Las *pizarras hembras ó esquistos* se pueden convertir en puzolanas exponiéndolas por algunas horas á la temperatura del blanco hasta que se hinchan, se hacen porosas, ligeras, friables y de un verde pálido. Las que son de un rojo dorado, deben desecharse porque no están bien calcinadas.

Se ha observado que en la cochura de los esquistos, los detritus de piedras calcáreas mezclados con aquellos ó con el combustible aceleran la vitrificación, cuya circunstancia puede aprovecharse.

Las pizarras ferruginosas convienen mejor á las cales hidráulicas y las silíceas á las comunes.

103. Los *basaltos* pueden también convertirse en puzolanas exponiéndolos á la temperatura del blanco, reduciéndolos luego á polvo y pasándolos por tamiz para separar las partes gruesas. Hay que observar no obstante que son muy poco empleados porque su trituración es sumamente costosa.

ARTÍCULO VI

Del yeso y de sus productos.

Elección de la piedra.—104. Como se ha dicho (**31**) el yeso procede de la calcinación de la piedra aljez, debiéndose buscar para ello la que sea compacta y de color amarillento con algunos puntos brillantes: si contienen alguna cantidad de arcilla producen un yeso impuro que se denomina *negro* y como la presencia del carbonato de cal da buenas propiedades al yeso deben elegirse las piedras que lo tengan, lo cual se conoce en que hacen efervescencia con los ácidos.

Las piedras para yeso deben exponerse al aire durante largo tiempo antes de la calcinación, para que arrojen fuera toda la humedad de cantera.

Fabricación del yeso.—105. Cuando la cantidad de yeso que se quiere obtener es insignificante, la calcinación de las piedras puede efectuarse en los mismos socavones que deja la extracción haciendo en la parte baja un hogar por medio de piedras grandes formando bóveda con su abertura correspondiente para la alimentación del fuego.

Ordinariamente, la calcinación dura unas 24 horas y se verifica en hornos como los de cal (**83**) cargándolos del mismo modo y empleando ramaje para la combustión á fin de que produzca gran llama: el fuego empieza moderadamente para que la piedra vaya perdiendo poco á poco la humedad, aumentándolo hasta que adquiere un color rojo que después de la calcinación se convierte en blanquecino, teniendo presente que la demasiada cochura quita al yeso cierta parte de fuerza y trabazón y que la falta también le perjudica. Concluida la cochura, debe cubrirse la

hornada con una capa de polvo del mismo yeso, con el objeto de que el calor se vaya reconcentrando y el enfriamiento sea lento.

106. Para usar el yeso después de calcinada la piedra y como ésta conserva la misma forma con que se echó en el horno aunque con algo menos de peso, es preciso reducirla á polvo.

Generalmente se hace esta operación en un molino parecido á los de harinas, habiendo antes partido la piedra por medio de mazas de hierro. También se pulveriza en una era pasándole un cilindro ó rodillo de piedra ó de madera. En todos casos, ha de procurarse que la operación no sea muy violenta para que el yeso no se recaliente.

Después de la molienda, se pasa el yeso por varias zarandas metálicas, cuyos agujeros son en cada una más pequeños, concluyendo con un cedazo.

La trituración y tamizado deben ser seguidas sin interrupción, pues como el yeso es muy ávido de agua, la humedad lo deteriora hasta convertirlo en tierra, haciéndolo inútil para su empleo. Cuando haya de conservarse por algún tiempo, debe guardarse en tinas ó cubas situadas en lugar seco ó acopiarlo en grandes montones para que no penetre al interior la humedad del aire.

Cualidades del yeso.—107. Se distinguen tres clases de yeso: *tosco*, de *criba* y *fino ó blanco espejuelo.*

El yeso se adhiere perfectamente á la piedra, ladrillo y hierro, al cual oxida la humedad que mantiene en su interior hasta formar una capa que en hierros delgados puede llegar hasta destruir su resistencia y aun á separarlo en dos partes cuando el hierro es propenso á oxidarse mucho. No se adhiere del mismo modo á las maderas, al rededor de las cuales se hace con el tiempo un vacío procedente de la desecación de éstas. Las conserva sin embargo perfectamente por mucho tiempo y casos ha habido en que se han preservado del fuego con una ligera capa de yeso.

El yeso adquiere su cohesión final al mes de empleado pero nunca en lugares húmedos, debiendo observar que pierde de fuerza con el tiempo descendiendo cada vez más, lo contrario que le sucede á la cal.

Una de las principales propiedades del yeso y que es preciso tener muy presente en su empleo es el aumento de volumen que toma al fraguar y que es de 1 á 2 por 100, y la fuerza consiguiente á esta expansión, la cual ocasiona deformaciones que pueden ser peligrosas algunas veces y son siempre desagradables á la vista.

Condiciones que ha de tener el yeso.—108. Se conoce el buen yeso en que amasándolo una vez hecho polvo, es suave, ávido de agua y untuoso al tacto, pegándose á las manos y al cuezo

deada y no adherirse bien á la cal. Las de *mina*, contienen alguna parte de tierra que perjudica á los morteros haciéndolos jabonosos y retardando su fraguado. Este defecto se nota tomando una poca en la palma de la mano ó echándola en una hoja de papel blanco y limpio y frotándola. Si está sucia, deja en la mano ó en el papel el polvo que contiene cuando se vierte la arena al suelo. Otros la echan en un vaso con agua, la remueven fuertemente y si la enturbia es prueba de que contiene tierra.

116. La arena debe buscarse que sea silícea, vidriosa, diáfana, áspera al tacto, que restregada haga ruido y que se halle limpia de materias extrañas, por lo que deben desecharse las que humedecidas y apretadas en la mano formen una masa, y especialmente las que contengan sales alcalinas que den lugar á la formación del salitre, tan destructor de las fábricas.

Por mi parte, he podido observar además que la arena blanca da muy malos resultados, lo contrario que he visto en las de color rubio oscuro. La arena de mar debe lavarse en agua dulce ó exponerla durante algún tiempo á la acción de las lluvias, extendida en capas de 0^m3 de espesor. Tanto en ésta como en la de río debe preferirse la que haya en las orillas, que no ha sufrido tanto arrastre y no está por lo mismo tan redondeada como la del centro.

Debe también exigirse en la arena que no contenga sustancias que aumenten de volumen al mojarse, porque harían saltar el mortero resultando oquedades perjudiciales.

En arenas cuyos efectos se desconocen, nada mejor puede hacerse que experimentos.

La elección de las arenas depende también de la clase de cal. Las gruesas deben emplearse con preferencia para las cales comunes, excepto en enlucidos ó sitios donde el mortero deba ser fino, en cuyo caso debe cribarse la cal mezclada ya con la arena por ser más fácil de este modo que pase por el tejido. Las cales hidráulicas, por el contrario, exigen arenas de grano fino.

El empleo de la arena debe ser inmediato para que el sol y los hielos no tengan tiempo de convertirla en tierra, á no ser que el montón en que se guarde sea muy grande ó se halle á la sombra. De no hacerlo así, conviene lavar las arenas antes de su empleo, con lo que se consigue doble resistencia en los morteros.

117. Puede suplirse la falta de arena con los detritus de piedras pulverizados que en ciertos casos conviene calcinar con algunos haces de leña. También se suplen las arenas con polvo de barro cocido.

118. El agua para la fabricación de las mezclas debe ser lo más pura posible, debiendo desecharse toda la que sea salada y

s que contengan sales alcalinas porque producen salitre en la
ɔra, lo cual es su mayor enemigo.

El agua de manantial ó filtrada debe procurarse que no con-
ɪnga sustancias minerales ú orgánicas, dejándola por algún tiem-
ɔ expuesta al aire si es de pozo para que vaya perdiendo su
ialdad, la cual cerraría los poros de la cal, quedando de este
ıodo mal apagada ó impidiendo la cristalización de las mezclas.

El agua de río se prefiere porque deja entre la arena del cau-
ɘ la mayor parte de las sustancias perjudiciales que pudiera con-
ɘner y está además bien aireada.

Las mezclas hechas con el agua de mar tienen una desecación
ɘnta sacando á la superficie eflorescencias salinas que son mal-
ɪnas, por lo que se debe desechar para construcción de habita-
iones; sin embargo, puede ser buena en ciertas circunstancias,
ero no de un modo absoluto.

Objeto de las mezclas.—119. El destino de las mezclas es
enar los huecos que dejan entre sí los diversos materiales que
ntran en una fábrica, uniendo unos á otros y adhiriéndoseles de
ıodo que forman un todo de una dureza homogénea. Sirven tam-
ién para resguardar ó proteger las superficies aparentes de una
onstrucción.

A fin de que las mezclas puedan satisfacer al objeto de unir
os materiales, la pasta debe ser lo suficientemente blanda para
ue estos se formen, por su propio peso ó mediante una ligera
ɔresión, un lecho conveniente que les dé completa estabilidad. Ge-
ıeralmente se adhieren más á las superficies ásperas y porosas ó
le estructura grosera que á las finas, á la piedra caliza que á la de
rano y á los esquistos y menos á los basaltos. Entre piedras ye-
ɪosas el mortero de cal se descompone y reduce á polvo.

Barro ó mezclas de tierra ó arcilla.—120. Aunque se em-
ɔlean generalmente solo en obras rústicas ó provisionales que no
leben resistir á la intemperie, tienen un empleo muy conveniente
ɘn la construcción de hornos, hornillos y demás sitios en que el
alor es bastante fuerte para operar la cocción de la arcilla con-
virtiéndola en una piedra artificial como el ladrillo y donde las
otras mezclas presentarían el inconveniente de fundirse y provo-
car la fusión de los materiales.

Para fabricar estas mezclas se buscan tierras francas, un
poco grasas y libres de piedras, para lo que se las desmenuza y
pulveriza. Se amasan con las manos, la azada ó la batidera *(fig. 22)*,
sobre una era ó superficie plana, batiendo la mezcla hasta redu-
cirla á una pasta pegajosa y homogénea. Algunas veces se la aña-
de paja, heno ó yerbas secas y aun cal si la hay, para darle más
consistencia ó hacerla más docil.

Cuando ha de servir para hacer un horno se mezclan dos partes de tierra pasada por tamiz con otras dos de tierra caliza agregando una parte de arena y algunas veces hasta tres, si la tierra es muy arcillosa.

Para obras de poca resistencia se hace una mezcla de 10 partes de cal en pasta, 45 de arena y 45 de arcilla que puede sustituir á los tapiales.

Mezclas ó morteros de yeso. —121. Se mezcla solo con agua y según los usos á que ha de destinarse, se amasa el yeso claro ó espeso, diciéndose en el primer caso, que se amasa *suelto,* y en el segundo, *trabado.* Para este último entran $0^{m^3}720$ á $0^{m^3}810$ de agua por 1^{m^3} de polvo de yeso y se emplea para la unión de los materiales, que necesita una pasta firme. El amasado suelto contiene más agua que yeso y pierde mucha resistencia: se emplea en enlucidos, refinar las molduras, etc., y para rellenar huecos que por su estrechez ó profundidad son inaccesibles á la mano del hombre.

El amasado se hace con las manos en un cuezo ó artesilla generalmente y en cantidades pequeñas y solo las precisas para su inmediato empleo. Se echa antes el agua que el yeso, para mezclar después éste poco á poco é ir embebiendo con más igualdad el agua.

Del amasado resulta que 1^{m^3} de polvo de yeso da 1^{m^3} 180 de mezcla, adquiriendo un aumento de 5 por 1000 á la hora de amasado y del doble á las 24.

122. También se amasa el yeso con arena, cal, alún y óxidos metálicos. Mezclado con arena es menos resistente y se emplea en el forjado de cornisas y en otros usos: puede admitir el doble de su volumen. Si se amasa el yeso con lechada de cal se aumenta su resistencia. Para preparar el yeso con alún se dá á aquél una primera coción para quitarle el agua de cristalización: inmediatamente después se echa en un baño de agua saturada de alún. A las seis horas se le retira y después de seco se le hace sufrir una segunda coción hasta el rojo moreno. Pulverizado después puede emplearse como el yeso ordinario aunque generalmente se le amasa en una disolución de alún. Fragua menos pronto que el yeso ordinario, endurece más y toma mejor aspecto, pues es menos mate y algo trasparente por lo que sirve para imitar el mármol. Mezclado el yeso con ocre amarillo toma el aspecto de piedra caliza y con rojo ó moreno, el del ladrillo. El ocre amarillo con algo de negro da al yeso amasado el aspecto de granito.

123. El empleo del yeso debe ser inmediato por ser extraordinaria la prontitud con que se endurece, pudiendo retardarse algo removiéndolo contínuamente para no darle lugar á que se *muera,* es decir, á que pierda su cohesión.

Este endurecimiento es tan rápido cuando el yeso es puro que no da tiempo para amasarlo y emplearlo, pues que se *reviene;* por lo que, aunque se le quite mucha fuerza y cohesión se debe emplear mezclado con arcilla plástica, y de este modo no se reviene tan repentinamente y da tiempo para que el obrero pueda emplearlo.

Los yesos ordinarios suelen secar más lentamente y aun no logran secar del todo si el tiempo es húmedo, de donde resulta la ventaja de emplear el yeso en tiempo seco. Si el yeso se ha aireado forma una masa poco coherente que se pulveriza.

Morteros de cal ó argamasas.—124. Las cales amasadas solo con agua se resquebrajan al secarse, á consecuencia de la contracción que experimentan, perdiendo por lo tanto su trabazón, y los morteros son generalmente mezclas en diversas proporciones de la cal con otras sustancias.

La que más ordinariamente se emplea es la arena, materia inerte, cuyo objeto es el de dividir la cal haciéndola porosa para que pueda absorber el ácido carbónico que la endurece.

En la cal reducida á polvo, el amasado produce una contracción de 0,62 á 0,80 de pasta por un metro cúbico de polvo; y mezclada con arena, como la cal ocupa los huecos de aquélla, resulta una disminución considerable de volumen, que puede ser la cuarta parte de la suma de los dos volúmenes.

También se mezcla la cal con tierra que, si es arenosa, da buenos resultados con la cal grasa. En algunas partes produce buen efecto el mortero compuesto de dos partes de argamasa de cal y arena y una de tierra procedente de derribos y llamada *morteriza*, y también mezclando 0,300 metros cúbicos de cal con 0,400 de arena y 0,432 de tierra.

Mortero común.—125. La proporción de las materias que deben entrar á componer un mortero común es de la mayor importancia; debiendo atenderse no solo á que den el mejor resultado, sino á que sea con el menor gasto posible, considerando para ello que tanto la mezcla que tenga un exceso de cal como la que esté escasa, resultan tan deleznables y flojas que no sirven para trabazón de los materiales. Además, la mezcla de cal con la conveniente cantidad de arena no solo sirve para aumentar el volumen, sino para evitar esa desecación rápida que de otra manera se obtendría y que haría contraer repentinamente el mortero, produciendo grietas que perjudicarían la cohesión íntima de los materiales.

La cantidad de cal depende también del hueco que tienen las arenas, el cual se averigua llenando de arena una caja de una capacidad dada y echando agua hasta cubrirla: el volumen que entre

consisten en un sistema de ruedas de llantas anchas *(fig. 25)* que giran sobre una canal circular en donde se vierte la mezcla groseramente hecha, á la que las ruedas van arrastrando hacia un punto donde tiene su salida. Perronnet empleaba un rastrillo movido circularmente como las anteriores *(fig. 26)*. También se hace uso de amasaderas (**53**), las cuales pueden consistir en un helicoide que gira dentro de un tubo horizontal, donde la cal y la arena con el agua entran por un extremo mediante una tolva y salen mezclados y batidos por el otro.

Morteros hidráulicos.—128. Generalmente se mezcla la cal hidráulica con uno ó dos volúmenes de arena.

Se emplea el cemento puro, amasado con poca agua, en los casos en que se exige el más rápido fraguado. Cuando no, se le agrega la arena, la cual puede en ciertos casos llegar á estar en la proporción de seis á ocho partes por una de cemento. Requiere ésto, sin embargo, un gran esmero y habilidad en la manipulación para que el mortero resulte bueno. Cuando se desee una proporción siempre igual, no debe medirse el cemento, sino tomarlo al peso, pues según se comprima ó recalque más ó menos, así entra más ó menos cantidad en la medida.

El contacto prolongado de los cementos con el aire húmedo retarda el fraguado y le hace perder mucha fuerza, pareciéndose á las cales ligeramente hidráulicas.

Las mezclas de cemento, cuando se conservan á una temperatura uniforme, tienen tendencia á contraerse. Variando la temperatura, la mezcla se dilata con el calor y se contrae con el frío como los demás materiales y ésto se efectúa diariamente con la diferencia entre la temperatura del día y la de la noche, siendo muy notable inmediatamente después de su empleo y disminuyendo con el tiempo.

129. Los cementos mezclados con cal común y arena, constituyen morteros bastante enérgicos, desvirtuándose algo cuando aquéllos son artificiales. Esta clase de morteros se llaman *negros* por el color oscuro que presentan y también *bastardos*, componiéndose por lo común de $0^{m3}240$ cal común apagada, $0^{m3}600$ arena, $0^{m3}160$ cemento y $0^{m3}500$ de agua.

El empleo de la puzolana exige la adición de cal grasa, porque aquélla por sí sola no puede formar mortero; también puede mezclarse á la cal hidráulica, pero teniendo presente la parte de arcilla que ésta contiene para que en unión de la que lleva la puzolana no resulte en exceso. Estas mezclas se llaman *pastas puzolánicas*. Por economía se les agrega arena en ciertas ocasiones.

130. La fabricación de los morteros hidráulicos se hace mezclando muy íntimamente y solo en la cantidad precisa para su

de ésta será el de la cal. En arenas de río ligeramente húmedas, cuyo grueso es de 0m0003 á 0m0015, manifiesta Claudel que el agua que se embebe es de $0^{m3}310$ á $0^{m3}380$ por metro cúbico y si se comprimen sale el agua á la superficie reduciéndose los huecos á $0^{m3}180$ ó á $0^{m3}220$. Raucourt dice que la arena de 0m002 á 0m004 de grueso embebe $0^{m3}420$ y la de 0m011 á 0m014 absorbe $0^{m3}500$. Como se vé, la cantidad de arena que puede entrar á componer un mortero, varía entre tres y dos volúmenes por uno de cal, que debe medirse apagada, necesitándose menos de ésta cuanto más fina es la arena. En la práctica esta es la proporción en que se mezclan, haciéndola de partes iguales para refinos y mezclando hasta cuatro de arena por una de cal en ciertos rellenos que necesitan poca consistencia. Para sitios húmedos ó subterráneos se aumenta la cantidad de cal.

126. La operación de mezclar se verifica en artesones grandes de madera ó formados de ladrillo y lo que es más común en el mismo suelo después de bien apisonado y limpio. Se echa la arena y la cal apagada (que debe ser tamizada ó cernida para quitarle las piedras) en las proporciones convenientes, formando un montón en el que con la humedad que tanto la cal como la arena contienen, se reduce aquélla completamente á polvo, desapareciendo los grumos que tuviera procedentes de la mala extinción y que luego en el mortero ocasionan palomillas de cal pura y viva que producen la exfoliación y atacan la homogeneidad. Se hace luego una masa grosera echándole agua poco á poco y removiéndola con azadas ó batideras, y se la deja reposar algún tiempo antes de *amasarla*.

Esta operación se hace en cortas cantidades, batiéndola en todos sentidos para que se embeba bien el agua: para lo cual el obrero tira para sí la batidera, llevando la mezcla y frota ésta con el hierro como aplanchándola al tiempo de separarla en pequeñas porciones, no cesando en la manipulación hasta que resudada que esté algún tiempo la masa, no se distingan las materias de que esté formada, consiguiéndose así un mortero suave. La presencia de muchos puntos blancos de cal, es prueba de hallarse mal batido. Los malos obreros acostumbran abreviar la tarea vertiendo agua con exceso, cosa sumamente perjudicial, no solo porque hace perder al mortero sus cualidades, sino porque puede parecer así regularmente manipulado cuando en realidad está muy mal.

Hay que tener muy en cuenta que la bondad de un mortero depende en gran parte de su manipulación y que es mejor cuanto más batido se halla. Este trabajo reduce su volumen de $^1/_5$ á $^2/_7$.

127. Cuando el consumo de mortero es en grandes cantidades suele recurrirse á diversos aparatos para su fabricación. Unos

inmediato empleo, la cal en polvo después de pasada por un tamiz, con los demás ingredientes hasta que la mezcla presente un color que no sea el de ninguno de los componentes. Después se vierte el agua poco á poco y se verifica el batido del mismo modo que para el mortero común pero tanto menos y con una presteza tanto mayor cuanto más enérgico sea el fraguado, teniendo presente que se disminuye su fuerza con batirlo demasiado.

Cuando en la mezcla entra cal común, se hace con anterioridad la de ésta con la arena, es decir, se forma el mortero común agregando, cuando ya esté bien batido, la cal hidráulica, el cemento ó la puzolana.

La pasta debe hacerse trabada ó espesa cuando ha de ser sumergida inmediatamente en el agua. En otro caso puede hacerse un poco suelta ó más clara, dando así más tiempo para su endurecimiento.

El volumen de agua para el amasado del cemento no debe exceder al de éste en polvo. Aunque esto parece insuficiente al principio, se ve que es bastante al poco tiempo de manipularlo.

Así como en los morteros comunes, también disminuye el volumen de los hidráulicos con la manipulación. De varios ensayos verificados se deduce que 1^{m3} de cemento en polvo, amasado con $0^{m3}500$ de agua, da un volumen de $0^{m3}700$ á $0^{m3}830$.

131. Se prueba la bondad del mortero de cemento tomando un poco con la llana y dejándole escurrir: si el mortero se desliza en masa unida y deja sobre la llana regueros glutinosos y blancos de partículas de cemento, es bueno y no muy magro. En mezclas muy magras como de una de cemento por cuatro y seis de arena, estas partículas son apenas ó casi nada perceptibles y el mortero rechina al deslizar por la llana.

La bondad del mortero hidráulico depende esencialmente del esmerado trabajo de la mezcla. Asimismo se hace preciso que la arena esté bien seca, porque si no, la humedad que pueda conservar al verificarse la mezcla produce ya un fraguado en las partículas más pulverulentas y tenues del cemento, impidiendo por consiguiente que la mezcla sea lo más íntima posible.

El medio que los albañiles suelen emplear muchas veces para corregir el mortero de cemento, cuando en su preparación han empleado mucha agua y por consiguiente se encuentra demasiado fluido, de introducir en él una ó dos piedras bien secas para que absorban parte del agua, es indudablemente un buen medio para los morteros comunes; pero esto debe proscribirse para los morteros de cemento, puesto que la sucesiva y gradual adición de agua al prepararlo hace inútil este medio.

Otra de las circunstancias que concurren en la bondad de un

mortero hidráulico es la de su inmediato empleo, para no dar tiempo á que fragüe ó tome consistencia antes de cumplir con el objeto de trabar los materiales.

Endurecimiento de las mezclas de cal.—132. El fraguado de un mortero que se verifica por perder el agua con que ha sido fabricado, tiene lugar generalmente á los pocos días de su empleo, pudiendo entonces resistir los esfuerzos á que se le somete; pero no adquiere su completo endurecimiento sino al cabo de algunos años, durante los cuales va absorbiendo el ácido carbónico del aire, convirtiéndose en carbonato.

Los morteros hidráulicos empiezan á solidificarse poco tiempo después de amasados, sin llegar á su completo endurecimiento si no tiene reposo la mezcla, bastando cualquier alteración en la posición respectiva de las moléculas para que la trabazón no se efectúe. Los cementos fraguan poco después de su manipulación y alcanzan su mayor dureza al cabo de poco tiempo.

Mezclas diversas.—133. Entre las muchas que se emplean están la siguientes:

Según Loriot, mezclando al mortero común una quinta parte de cal viva en polvo, se consigue un mortero igual al que usaron los romanos. Esta proporción varía, sin embargo, con la calidad de la cal y con lo reciente que esté su calcinación, empleándose menos cuanto menos tiempo haga que está calcinada, y esto se sabe al echar los polvos de cal, porque sucede la efervescencia tanto más pronto cuanto más reciente es la cal, de modo que, si se echa más cal viva de la necesaria, la fermentación se verifica con suma rapidez sin dar tiempo para emplearla, y si se echa poca, obrará la mezcla con gran lentitud sintiéndose apenas.

Se emplea en París una mezcla de 16 partes de arena, 2 de tierra quemada y pulverizada, 4 de cal hidráulica viva, una de ladrillo refractario pulverizado y una de ceniza de carbón mineral. Estas sustancias se mezclan en seco y se añade el agua necesaria para hacer una pasta, batiéndola después hasta que queda todo bien ligado. La argamasa que resulta es muy sólida, fragua pronto y es muy barata. Si ha de emplearse en bóvedas, sótanos ó locales húmedos se adiciona una parte de cemento.

Chevalier da la composición de un mortero muy sólido que resiste, según dice, á la acción del agua de una manera absoluta. Lo compone con dos partes de cemento, una de carbón de piedra en polvo y media de cal común apagada.

El Doctor Artus ha encontrado un mortero que empleado en cimientos endurece en cuatro días, de modo que el hierro no puede penetrarle y que está como la piedra á los dos meses. Para ello, mezcla una parte de cal apagada y tres de arena muy tami-

zada, agregando al tiempo del empleo $^3/_4$ de su peso de cal viva finamente pulverizada.

Para resistir á las heladas se agrega á una mezcla formada con tres partes de cal viva y dos de arena de río, una de limaduras de hierro y otra de peróxido de manganeso.

Mastics ó betunes.—134. Es todo compuesto ó preparación cuyo objeto es pegar dos materiales de la misma ó diferente naturaleza, ya para darles fuerza, ya para hacerlos impermeables al agua ó impenetrables al aire. Los diversos usos á que se destinan hacen que su composición sea muy diferente. Entre los muchos que se aconsejan, están los siguientes:

El *gabarro* ó betún de *canteros* que éstos emplean para unir las piedras en construcciones delicadas y también para cubrir los defectos de la labra, se hace derritiendo una parte de resina ó de cera con dos de pez blanca y añadiendo polvos de la misma piedra. Esta mezcla se conserva en barras y se calienta para aplicarla.

Se toman las juntas de piedra de grano y también se tapan los huecos con mezcla hecha de cal, arena cernida y cisco de fragua que imita dicho material.

Para rellenar los huecos ó suplir los tasquiles que algunas veces se producen en los mármoles se emplea goma laca coloreada de suerte que imite en lo posible los colores del mármol al cual se ha de unir, agregándole muchas veces polvo tamizado del mismo mármol. También se pegan con este mastic pedacillos de mármol labrados y ajustados al hueco que deben rellenar.

El mastic del *marmolista,* que se emplea para unir los mármoles se compone de dos partes de cera virgen, tres de pez blanca y ocho de resina, cuya mezcla se funde al fuego y se sumerge después en agua para solidificarla. Para su empleo se vuelve á fundir calentándola.

Para el empotramiento del hierro en paredes puede emplearse una mezcla de tres partes de polvo de teja, dos de cal en pasta y aceite hervido, lo cual se amasa perfectamente.

Se asegura el hierro en las piedras con un mastic compuesto de 16 partes de azufre en peso, 1 de cera amarilla y 4 de limaduras de hierro, cuya mezcla se pone á calentar en un fuego vivo meneándola de contínuo para que se liquide, en cuyo caso se echan polvos de piedra dura, sin cesar de mover la mezcla hasta que se forma una pasta no consistente. Entonces puede emplearse introduciendo al mismo tiempo el hierro en la caja ó sitio donde haya de fijarse.

El *betún* de *fontanero ó zulaque* que se emplea en soldar los tubos por donde ha de pasar agua, se hace amasando cal hidráuli-

ca natural ó artificial reducida á polvo con aceite bueno ó grasa, lo cual se bate bien con un mazo y se echa estopa picada añadiéndole polvo de cal hasta que toma la consistencia de cera blanda.

Algunas veces se añaden polvos de hierro que oxidándose aumentan de volumen y cierran mejor los enchufes, evitando las filtraciones del agua.

También se puede hacer este betún poniendo en infusión durante veinticuatro horas, 10^{k} de limaduras de hierro ó de éste y cobre en 2^{lit}.6 de orines y 2^{lit} de vinagre, á los que se añaden 1^{k} 7 de cal común y teja molida pasada por cedazo. Para usarlo en la unión de piedras deben hallarse bien oxidadas las limaduras, pues de otro modo no podría fijarse sobre la piedra ni endurecerse.

Se puede hacer otro betún con el azufre. Cuando éste está en fusión (á 200 centígrados) se le echa arena fina y se le vierte en agua, con lo que se forma una masa de la consistencia de cera blanda llegando á endurecerse si se le deja durante cuatro días. En este tiempo puede emplearse en soldar piedras y hierro aun cuando á este último lo sulfura.

Se emplea para soldar tubos una composición de una parte de pez resina y otra de pez común, á lo cual, cuando está hirviendo, se echan dos partes de escorias hasta que forma hilos la masa, en cuyo caso se le deja enfriar y se le vuelve á calentar cuando haya de gastarse.

En Austria se compone de una parte de sebo, dos de resina y cuatro de polvos de carbón de piedra, todo lo cual se incorpora por medio de la fusión.

La argamasa de Thenard se hace de 93 partes de polvo de ladrillo y 7 de litargirio amasado con aceite. Su uso puede ser en soldar piedras é impedir filtraciones, advirtiendo que para emplearlo hay que mojar antes las partes donde haya de aplicarse.

La argamasa de Fiennes consta de dos partes de cal hidráulica apagada en polvo y dos de cemento bien pulverizado, amasado todo con aceite de linaza.

ARTÍCULO VIII.

Hormigones y piedras artificiales.

Hormigones.—135. El hormigón, llamado también *argamasa*, es un compuesto de guijarros, de fragmentos de piedra ó ripio, con el mortero suficiente no solo para llenar los huecos de las piedras sino para impedir que se toquen unas á otras. Se llama

graso ó *magro*, según que el mortero entre en mucha ó poca cantidad en su composición, ó mejor, según que llene ó no completamente los huecos que se encuentran entre las piedras y son *comunes* ó *hidráulicos*, según sea la cal que se emplee.

Aunque se ha prescrito hasta hace poco que la piedra deba ser partida para que trabase bien con la mezcla, hoy se cree esto indiferente, y con especialidad si se emplea cemento Portland produce mejores resultados la piedra redondeada que la angulosa.

El tamaño de la piedra debe ser diferente según el objeto de la obra: en macizos voluminosos la dimensión máxima puede ser de 6 á 7 c/m de lado; si la construcción es de poco espesor el tamaño es de 4 á 5 c/m y en bóvedas y pavimentos no debe pasar de 3 c/m.

La cantidad de mortero que entra á constituir un hormigón depende del tamaño de la piedra que se ha de emplear, de su naturaleza y forma y del destino que ha de tener. La piedra angulosa ocupa más espacio que la redondeada: el hueco que deja la primera es de 0,460 á 0,500 del volumen, y el de la segunda de 0,370 á 0,400. Se estima, sin embargo, que empleando piedra partida el volumen de mortero ha de ser de $0^{m3}286$ á $0^{m3}330$ y que para la grava ó canto rodado de $0^{m3}270$ á $0^{m3}286$, siendo conveniente que una piedra y otra tengan diferente tamaño, á fin de que las pequeñas llenen los huecos que dejan las grandes entre sí, con lo que resulta más fuerte el hormigón y se economiza mezcla.

Cuando el hormigón es hidráulico hay que asegurarse de las cualidades de los diferentes elementos que han de entrar en su composición y fijar por medio de experimentos las proporciones en que han de mezclarse. En cimentaciones se puede componer de una parte de cemento, dos de arena y cinco de piedra. En las paredes se mezclan una parte de cemento, cuatro á seis de arena y de ocho á doce de piedra, y también un volumen de cemento, otro de cal común apagada y catorce de arena gruesa y grava ó piedra partida.

136. Se prepara el hormigón común haciendo el mortero sobre la era y, cuando está bien batido, se echa encima la piedra en dos ó tres veces y se mezcla con *rastrillos (fig. 23)*, recogiéndola luego en montón con especialidad el mortero que con suma facilidad se escurre. Algunas veces se hace la mezcla de la cal, arena y piedra de un modo grosero á alguna distancia del sitio de su empleo y se coloca en cajones con ruedas en cuyo interior hay cuatro barras fijadas de modo que al ponerse en movimiento estos cajones hasta el sitio de su empleo, la masa se remueve y mezcla.

Se fabrica también el hormigón en unos aparatos llamados

hormigoneras, de las que hay varios sistemas: entre ellos está la amasadora de mortero *(fig. 26)* y la caja colador *(fig. 27)*, dentro de la que hay una serie de planos inclinados, por los que resbalan los materiales que se echan por arriba de modo que cuando salen por abajo está ya hecha la mezcla de la piedra con el mortero. Otros aparatos consisten en un helicoide ó tornillo que gira dentro de un tubo horizontal por donde va pasando la mezcla grosera que cae de una tolva dispuesta sobre un extremo, saliendo ya fabricado el hormigón por el opuesto.

La fabricación á mano, sin embargo, resulta más perfecta que la hecha en hormigoneras y solo en grande deben éstas emplearse.

137. El hormigón hidráulico requiere una manipulación más esmerada y rápida. La cal ó cemento y la arena se mezclan bien en seco hasta que no se distinga uno de otro componente, en cuyo caso se echa el agua de una vez y se bate inmediatamente la mezcla para formar una masa uniforme y ligeramente húmeda. Se agrega luego la piedra, que simultáneamente con la elaboración del mortero se ha lavado bién dejándola mojada, y se bate bien esta mezcla hasta que todas las piedras estén envueltas ó cubiertas de mezcla, no debiendo tardarse más de $^3/_4$ de hora en la fabricación y empleo. El exceso de agua retarda el endurecimiento del hormigón.

138. La manipulación del hormigón reduce el volumen de los materiales que lo componen en $^1/_{10}$ y la sumersión en el agua en otros $^2/_{10}$, por manera que sufre una disminución total de 35 á 40 por 100, contando con la del mortero.

Piedras ó bloques de hormigón.—139. Las piedras artificiales cuyo uso se ha extendido más y cuya fabricación se hace en mayor escala, son las formadas con hormigón hidráulico.

Las proporciones de los elementos constituyentes debe determinarlas un experimento, pues que varían según la energía de las cales, calidad de las arenas y circunstancias que se exijan para el destino que han de tener. Se fabrican en moldes formados de cuatro tableros de madera enrasados por el interior, uniéndolos de modo que puedan desarmarse con facilidad, y si se hacen sobre el suelo es preciso extender una capa de arena de 0^m05 de espesor para impedir que el hormigón se adhiera al terreno, y colocar unas barras ó almas con el objeto de que formen en el bloque unas ranuras por donde puedan pasar las cadenas ó cuerdas que han de servir para levantar el bloque y poderlo trasportar. El molde se rellena de hormigón recien hecho, extendiéndolo y apisonándolo por capas, no desarmándolo hasta que adquiera cuerpo. El bloque se mantiene después, durante algún tiempo, en una constante humedad que permita su lento endurecimiento antes de emplearlo.

Hormigón ó cemento armado.—140. Es una combinación de hierro ó acero con una mezcla de cemento, arena y gravilla que reune las ventajas de la piedra y del hierro y suprime los inconvenientes de ambos materiales, combinando la resistencia de la piedra á la compresión y la del metal al estiramiento: como ambos materiales tienen el mismo coeficiente de dilatación, no se destruye su adherencia y se conserva perfectamente.

141. El hormigón ó el cemento se arman generalmente con hierros ó aceros de diversos perfiles, advirtiendo que la adherencia es menor con hierros cuadrados que con redondos, especialmente si se emplea cemento fino en vez de hormigón. Se usan también tejidos ó celosías metálicas, entre las cuales puede incluirse el metal llamado *deployé ó desgarrado* que se fabrica cortando y estirando en frío una plancha de manera que puedan formarse rombos con los vértices reforzados. Se ha ideado también emplear el llamado *ferro inclave* ó sean planchas onduladas que se aplastan para que presenten los ángulos con las aristas vivas. Estas planchas se envuelven por un lado y otro en cemento ú hormigón, de modo que éste forma dos capas separadas independientes y no un bloque monolítico que es el fin que se persigue con esta clase de construcción.

Se fabrica también el hormigón ó cemento armado en piezas aisladas cuando no hayan de soportar esfuerzos extraordinarios permanentes ó accidentales, aprovechando con ello las ventajas del trabajo en el taller con el moldeo, cuidando entonces de estudiar bien las superficies y medios de unión de las piezas, á fin de que el enlace del material se aproxime lo más posible al monolitismo.

142. Para formar este material se emplea el cemento artificial Portland (**97**) y la arena gruesa mejor que la fina, prefiriéndose la de grano desigual, no siendo necesaria una gran limpieza siempre que la arcilla no pase de un 10 por 100. La piedra debe por el contrario estar limpia, siendo indiferente que esté ó no machacada; y si se emplea gravilla se busca la de 2 á 3 c/m de grueso para construcciones de 0m10 á 0m30 de espesor, y la de 1 á 2 c/m para las que no llegan á él. El hierro será dulce y no agrio, y el acero fundido no será duro si la obra ha de recibir choques, golpes ó vibraciones.

La proporción del cemento debe hacerse en peso y no en volumen, pues éste depende de estar más ó menos comprimido ó apretado. Generalmente se emplean 250 kilogramos de cemento por cada metro cúbico de hormigón, llegando hasta 400 y aun 500 cuando la obra tiene poco espesor: si se quieren obtener paramentos lisos se aumenta la arena y se reduce la piedra ó gravilla; y s

la grava contiene elementos pequeños y se quiere obtener mayor resistencia, se aumenta la piedra reduciendo la arena. Para tuberías de aguas donde el hormigón tiene por objeto envolver la armadura metálica, se emplea la gravilla más menuda y se invierten de 500 á 800 kilogramos de cemento por metro cúbico. Esta misma cantidad se gasta para construcciones que han de contener agua.

143. En el hormigón ó cemento armado, contra lo que pudiera creerse, no se oxida el metal con la humedad del mortero, antes bien se conserva sin descomponerse y con el tiempo desaparece el orín que se forma al emplearlo: su adherencia con el mortero aumenta según se endurece, sin aminorarse con los cambios de temperatura ni con las trepidaciones: también aumenta mojando el hierro en una lechada de cemento antes de emplearlo. Las heladas suspenden solo el fraguado del cemento pero no influyen en su resistencia siempre que se procure que el agua del mortero no se congele antes de empezar el fraguado.

Por la facilidad con que se presta el hormigón armado á las más variadas formas y por su monolitismo, se emplea en las construcciones más atrevidas y en las más sencillas así como para proteger materiales muy quebradizos.

Yeso armado.—144. Igualmente que con cemento se emplea el hierro con yeso; pero para prevenir la oxidación de aquél es preciso que sea galvanizado ó que esté pintado al óleo.

Piedras artificiales varias.—145. Se fabrican ladrillos con mortero común, dejándolos secar bien antes de gastarlos ó con una mezcla de piedra molida pasada por tamiz, arena limpia y seca y cal en polvo por partes iguales y también con tres partes de polvo de piedra y una de cal.

Con las escorias procedentes de las locomotoras y cal en la proporción de cuatro partes de aquéllas y una de ésta se han construído paredes de $0^{m}50$ de espesor para casas de guarda agujas, de barreras, etc., expuestas á la trepidación de los trenes, las cuales son tan fuertes que al derribarlas con la piqueta producen chispas. Las escorias han de ser de un grueso regular y estar exentas de los residuos menudos de la carbonilla.

146. El autor La Faye indica el siguiente medio de fabricar piedras. Se amasa con aceite una parte de tierra grasa reducida á polvo con anterioridad, se le añaden ocho partes de polvo de piedra tamizado ó de arena fina de mina ó de ambas cosas y por último dos partes de cal recientemente calcinada. Se moja la arena y el polvo de piedra y se amasa con mortero suelto; se echa la cal después de haberla triturado y se la envuelve en la masa de modo que esté cubierta. A medida que la cal se vaya extingüiendo y di-

solviendo, se amasa todo con la paleta, añadiendo agua si es necesario, pero solamente la necesaria para que el mortero sea trabado; y cuando la cal y la arena ó piedra estén bien mezcladas, se añade, mientras esté caliente, la tierra grasa amasada con el aceite y últimamente se bate bien toda la mezcla. Se depositan estas piedras en sótanos ó pisos bajos expuestos al Norte, para que el mortero pueda endurecerse con lentitud y se aproveche del ácido que existe en estos lugares. Cuando á los pocos días resuda por la superficie, indica la buena calidad y si así no sucede ha de regarse una ó dos veces por día.

147. En el Piamonte se fabrican piedras de la manera siguiente: se extingue la cal por infusión y á los cinco días ó seis se amasa bien con arena de grano desigual en la proporción de 9 volúmenes de ésta por 1,5 de cal, cuyo mortero se deposita por capas sucesivas en una fosa prismática de paredes alisadas abierta en el terreno, introduciendo á la vez dos partes de guijarros de un grueso igual, distribuídos regularmente, y una vez hecho el relleno se cubre con una capa de arena de $0^{m}50$ de espesor, y se conservan enterradas un par de años antes de emplearlas.

148. La piedra de Coignet aplicada en canalizaciones tiene distintos compuestos, según el destino que se le ha de dar: para sillares ordinarios se compone, por metro cúbico, de $0^{m3}824$ á $0^{m3}848$ de arena, $0^{m3}118$ á $0^{m3}121$ de cal y $0^{m3}058$ á $0^{m3}031$ de cemento y también $0^{m3}695$ á $0^{m3}727$ de arena, $0^{m3}139$ á $0^{m3}121$ de ladrillo en polvo, igual volumen de cal apagada por inmersión y $0^{m3}027$ á $0^{m3}031$ de cemento; para losas se emplean $0^{m3}526$ de ceniza de hulla sin triturar, $0^{m3}105$ de ceniza pulverizada, $0^{m3}105$ de arena, $0^{m3}105$ de polvo de ladrillo y $0^{m3}159$ de cal, y para molduras un metro cúbico de cal en pasta, otro tanto de polvo de ladrillo y cenizas de hulla pulverizadas y tres de arena fina.

Piedras silicatadas.—149. La inventada por Ransome es de fabricación inglesa y se compone de arena ordinaria, de tiza ó de otra materia mineral, aglomeradas con un cemento silíceo que después de una reacción química se convierte en un silicato de sosa insoluble.

Se hace piedra artificial uniendo arenas calizas ó piedra caliza machacada con un silicato alcalino, lo que produce un material arenisco-calizo que se emplea en las aceras.

También pueden fabricarse las piedras aglutinando un vidrio soluble cualquiera con arena ó piedra machacada de composiciones variables, y en este caso, para dar á la mezcla la base de cal que es necesaria á la combinación, se sumerge en una disolución de cloruro cálcico ó en una lechada de cal, que es el procedimiento de Ransome.

Piedras de cemento.—150. Se pueden fabricar constituyendo su alma ó núcleo ladrillos ó baldosas de la mejor calidad, bien cocidos y de la mayor igualdad posible cuidando de que no sean lisos y humedeciéndolos antes y durante la fabricación, pues así se favorece la adhesión y el endurecimiento.

Se preparan también con un hormigón compuesto de trozos de teja, ladrillo, piedra caliza ó arenisca y mortero de una parte de cemento Portland y dos á tres de arena limpia y angulosa, y después que se ha dado con esta masa la forma que se desea, se la recubre con cemento puro, al que algunas veces se agregan limaduras finas de hierro cuya oxidación da un buen color.

Para piezas pequeñas debe preferirse como núcleo de este hormigón, el granito, sienita, pórfido y basalto machacados al tamaño de una avellana. El mortero se adhiere fuertemente á la superficie áspera de los primeros aun cuando el hormigón formado con ellos tarda más en endurecer que aquel en que se emplea ladrillo ó teja machacada, pues que aquellos materiales, cuando no se han humedecido bien antes, absorben parte del agua del mortero.

Se mezcla al cemento Portland arena verde de los altos hornos, cuarzo, basalto y granito pulverizado, se le hace pasar por un tamiz, se lava y se apisona con un martillo pilón en el molde, sometiéndola después á la acción de una prensa. Se quita el molde al cabo de cierto tiempo y se expone el producto al aire libre, sumergiéndolo después en agua durante unos días, la cual debe renovarse diariamente. Al cabo de dos meses de fabricadas pueden emplearse estas piedras.

La fabricación de piedras con cemento constituye hoy una industria que proporciona cuanto es necesario en construcción, siendo principalmente de gran utilidad y economía cuando se necesita ornamentarla por la ventaja del moldeo que evita una labra costosa si se hubiera de hacer con piedra natural.

Baldosines hidráulicos.—151. Por ser tan generalmente extendidos, vamos á decir algo de su fabricación.

El baldosín hidráulico tiene dos partes: una fina que es la superior y otra ordinaria que es la inferior, sobre la que asienta. La primera se compone de los cementos gris ó blancos mezclados con tierras naturales para colorearlo, excepto cuando ha de ser azul, verde ó negro, en cuyo caso se emplean colores preparados exprofeso. La parte inferior se compone de cal hidráulica del país y arena bien limpia, por partes iguales, agregando un poco de cemento para darle más resistencia.

152. El cemento que ha de formar la capa superior del baldosín se vierte en lechada sobre el molde de hierro fundido en la

cantidad correspondiente al grueso que ha de tener aquélla, y sobre ella se echa la mezcla de cal y arena, colocándolo inmediatamente bajo una prensa en la que se le somete á una fuerte compresión, sacándose luego el baldosín ya formado. El prensado puede ser á mano con prensas de palanca ó de timbre, ó al vapor por medio de prensas hidráulicas, resultando un producto fuertemente comprimido, de una gran dureza y un brillo que aumenta con el uso.

Las baldosas cuadrilladas se hacen del mismo modo que los baldosines, valiéndose de moldes que tengan en su fondo los rebordes triangulares correspondientes á las acanaladuras que forman la cuadrícula.

153. Cuando el baldosín ha de tener más de un color, se coloca sobre el molde cuadrado otro que tenga las divisiones de los colores que exija el dibujo, hechas de latón, soldadas unas á otras, y en ellas se distribuyen las pastas no muy espesas de los colores hasta un espesor de algunos milímetros; se retira este molde y se concluye de llenar el resto del primero con otra pasta ya más consistente y sin colorear, poniendo inmediatamente el molde bajo la prensa como en el caso anterior.

ARTÍCULO IX.

De varios productos minerales.

Vidrio. -154. Es una sustancia fusible á una elevada temperatura, fragil, duro, trasparente, insoluble en el agua y formado por la combinación del silicato de potasa ó sosa con uno ó varios de los silicatos de cal, de magnesia, de barita, de alúmina y de hierro. Cuando el silicato de cal es reemplazado por el de plomo resulta el *cristal*. El de vidrieras es un silicato de sosa y cal que se prepara fundiendo por la acción de un fuego violento, 100 partes de arena, 44 de sulfato de sosa seca, 8,5 de carbón en polvo, 6 de cal apagada y 20 de retales.

Diferentes clases.—155. Para las distintas necesidades de la construcción se fabrican varias clases de vidrios que se distinguen por su forma en *planos*, *estriados*, *cuadrillados* y en *curvos* y por su transparencia en *blancos* y *de colores:* entre los blancos los hay *incoloros*, *cuajados* y *traslucientes ó raspados.*

Los vidrios *planos* salen de las fábricas con gruesos variables, sencillos, dobles y triples, según su grueso que es de 2 á 6 m/m: los primeros comunes ú ordinarios se destinan á puertas, ventanas ó balcones.

Se hacen tabletas para las persianas con vidrio grueso transparente, esmerilado ó raspado, cuajado, estriado ó de color, dándoles un ancho de $0^{m}03$ á $0^{m}08$, con un grueso proporcionado á su longitud, la cual está comprendida entre $0^{m}30$ y $0^{m}50$.

Se fabrican baldosas de vidrio para pisos que hayan de dejar paso á la luz, dándoles un grueso mayor de 14 m/m; su mayor dimensión superficial es de $1^{m}38$ por $0^{m}80$.

Los vidrios *estriados ó rayados*, se fabrican con una cara estriada ó rayada (que se pone del lado de la luz) y la otra lisa: se hacen también con nervios formando rombos, para darles más resistencia. Su espesor es de 4 á 6 m/m, fabricándose en piezas de $2^{m}50$ de longitud por $0^{m}50$ de anchura. Tienen la ventaja de hacer más suave el paso de la luz, evitar las miradas indiscretas y disminuir el calor, porque esparramando los rayos del sol propenden á producir los efectos de una lente.

Las baldosas *cuadrilladas* tienen por una cara acanaladuras formando cuadrícula, siendo su espesor de 20 á 35 m/m y las dimensiones de cada losa de $0^{m}30$ de lado.

Esta clase de baldosas se fabrican también con un núcleo de tela metálica ó alambrado, denominándose entonces de vidrio *armado*.

Para pisos de patios que han de alumbrar á los sótanos inferiores y sufrir el peso de caballerías y carruajes, se hacen piezas cúbicas de $0^{m}165$ de lado.

Para tabiques que han de dar paso á la luz se fabrican como ladrillos huecos.

También se fabrican baldosas luminosas que á la cara prismática del vidrio común se ha puesto otra lenticular (con arreglo á las leyes ópticas de Fresnel), la cual emite los rayos luminosos en todas direcciones, de modo que la cara prismática los recoje y la de las lentillas los multiplica y los esparce.

Los vidrios *curvos* son como las tejas ordinarias de barro, de figura cónica ó de doble inflexión, en forma de S, empleándose en cubiertas que hayan de ser transparentes. Tienen el grueso de los vidrios comunes ó de los dobles.

Vidrios *incoloros* son los que salen transparentes de la fábrica y no han sufrido más operación que el corte á las medidas usuales.

Se llaman *cuajados* los vidrios blancos y traslúcidos que se obtienen al tiempo de la fabricación, añadiendo á la masa huesos molidos y tamizados.

El vidrio *transluciente, raspado ó esmerilado,* se obtiene en la fábrica ó por frotamiento con asperón ó esmeril. Se hacen dibujos ó grabados blancos mates por medio del ácido clorhídrico, denominándose *muselinas* los vidrios planos que presentan este adorno.

Se han ideado cristales traslúcidos, perforados por agujeros cónicos en número de 5.000 por metro cuadrado, para emplearlos como ventiladores de las habitaciones.

Se da color á los vidrios de dos maneras distintas: antes de fundir la mezcla con la adición de diferentes sustancias, que es el mejor medio aplicable solo cuando ha de tener un tinte uniforme, y después de fabricado el vidrio con la aplicación en una de sus caras de un baño fusible, volviéndolo á meter en el horno á un calor moderado que le reblandezca solamente y funda sin embargo el baño. Un nuevo procedimiento consiste en una pintura más ó menos importante como decoración hecha con colores especiales, indescomponibles, fijados en seguida por una cristalización de vidrio molido que los hace del todo inalterables: un doble vidrio mantiene esta cristalización y un filete de goma elástica cierra herméticamente la separación de los dos vidrios, preservando la pintura de la acción del aire y de la introducción del polvo ó de cualquier cuerpo extraño, así como impide la condensación de los vapores acuosos de la atmósfera.

156. Los vidrios planos han de ser perfectamente claros, sin tinte alguno verdoso ó violado, sonoros y transparentes, y si son de colores, éstos han de presentar un tinte igual en toda la pieza y hasta en las diferentes que reunidas se han de emplear en un mismo objeto. Tanto unos como otros, han de estar exentos de burbujas, estrias, nudos, hinchaduras, estrellas, cascaduras ú otros accidentes que puedan perjudicar su homogeneidad, solidez y transparencia.

El cristal que es colado en moldes y el vidrio que se hace por el soplo, se distinguen en que el primero tiene más regular ó uniforme su grueso y su superficie es también más unida, y mirada al sesgo no refleja como lo hace el vidrio. Además los glóbulos son esféricos en el cristal y prolongados en el vidrio.

Asfalto.—157. Es una materia betuminosa, sólida, lustrosa quebradiza, negra ó parda oscura, que se ablanda con el calor arde con llama, da un humo espeso y exhala un olor peculiar; es insoluble en el agua y muy impermeable. Por lo general está mezclado con otros cuerpos, especialmente con calizas y areniscas, que toman el nombre de *piedras asfálticas*.

No debe confundirse en la construcción el asfalto con el betún que queda de la destilación de la hulla en la fabricación del gas del alumbrado, llamado *pez líquida de hulla*, ni con el betún mixto llamado de *sebo*; el primero hace el asfalto quebradizo en invierno y flojo en verano y da al aplicarlo un olor insoportable: además, siendo estos aceites muy volátiles, se evaporan pronto al contacto del aire. El de sebo es más de temer todavía, pues la

parte grasienta que encierra, lejos de unirse al betún de impregnación del asfalto, le disuelve y hace una pasta maleable que se gasta luego con el uso.

Piedra asfáltica.—158. Es una ganga que contiene de 6 á 10 por 100 de betún y proporciona una materia que se reblandece cuando se la calienta. Su aspecto es como el de la piedra de yeso y su color como el del chocolate: en su fractura presenta cierta apariencia blanquecina, con grano fino, y examinada atentamente se ve que cada grano está envuelto en una capa casi atómica de betún que le une á su inmediato. Con el calor, el barniz aparece viscoso y con el frío queda seco, tomando la roca una dureza notable.

La piedra asfáltica se extrae en la cantera del mismo modo que las demás piedras, haciéndose su explotación á cielo abierto ó en mina, según los casos. La estructura particular de este material, hace, sin embargo, que el trabajo que en invierno es fácil por la dureza que tiene la roca asfáltica, se convierta en fatigoso y molesto en el verano con el calor, que ablanda el mineral y en ocasiones hasta imposibilita el arranque, pues que el banco se reblandece.

Masa asfáltica.—159. Extraída la piedra se la pulveriza en frío en un moledor ó por el calor en una caldera y se mezcla por medio del fuego con el betún mineral ó asfalto, de modo que éste se halle en la proporción de 15 á 16 por 100: un exceso de betún hace blanda la masa y si es muy duro se agrietea. La mezcla ó masa se vacía en unos moldes de palastro para tomar la forma de panes, que es como lo adquiere el constructor.

También se hace masa asfáltica mezclando la brea recogida de la fabricación del gas á la que se ha extraido su materia aceitosa, con tres veces su peso de materia terrosa desecada de antemano; pero se distingue de la verdadera en que no tiene una trasparencia tan grasa, deja una mancha amarilla sobre el ladrillo, cuando aquella la deja negra y, en fin, en que produce ruido al doblarla.

Productos asfálticos.—160. El *asfalto laminado* es una tela impregnada de betún asfáltico por ambas caras y fuertemente comprimida entre cilindros que reducen su grueso.

El *fieltro asfaltado* Andersón, es de naturaleza fibrosa, está cubierto de una capa de arena, y después de colocado se cubre con una capa de brea hirviendo y cal, por partes iguales, ó con una capa de brea, alquitrán ó asfalto.

Pizarra artificial ó Rocalla.—161. Con este nombre se conoce un producto compuesto de cemento, amianto y otras materias impermeables, con cuya mezcla se obtienen por medio de la

compresión unas planchas planas ó curvas incombustibles para cubiertas ó defensa de paredes contra la lluvia ó humedad. Son de forma triangular ó cuadrada de $0^{m}40$ de lado, con dos de sus ángulos opuestos achaflanados y un grueso de 3 á 5 centímetros. Su peso es de 9 á 12 kilogramos por metro cuadrado de superficie cubierta, y su color es gris claro, oscuro ó rojo para poderlas combinar, pudiéndose perforar, clavar y aserrar ó cortar haciéndoles un surco y doblándolas por él.

CAPÍTULO II.

Materiales metálicos.

ARTÍCULO I.

Del hierro y del acero.

Fabricación y clasificación.—162. Los minerales de donde se extrae el hierro se exponen en los altos hornos á una elevada temperatura en combinación con el carbón de piedra, donde se funden produciéndose el hierro *colado ó fundido,* el cual sale por la parte inferior y pasa á las *lingoteras,* que son unos hoyos ó moldes hechos en el suelo.

163. Los lingotes de hierro vueltos á calentar y batidos con martillos sobre yunques ó haciéndoles pasar por entre cilindros ó laminadores, producen el hierro *dulce ó forjado,* el cual se obtiene también directamente del mineral, cuando es muy rico, calentándolo en las *forjas* á la catalana y batiéndolo luego con el martillo.

164. El *acero* se obtiene por diferentes procedimientos de los que toma su nombre, pudiendo agruparse en tres clases: *natural, de cementación* y *fundido.* El primero procede de un mineral de hierro que se trata en forjas á la catalana ó descarburando la fundición; el de cementación se obtiene exponiendo el hierro forjado en contacto con el carbón á una elevada temperatura, y el fundido se prepara ordinariamente fundiendo el de cimentación ó una mezcla de hierro, carbón y vidrio con fundición y óxido de hierro.

Al contacto del aire húmedo, el hierro se oxida cubriéndose de orín que lo destruye poco á poco y la cal lo conserva en buen estado mientras el yeso lo destruye en poco tiempo.

Hierro fundido.—165. La fundición se divide en *gris, blanca* y *mezclada ó negra.*

La primera presenta un color plomizo y un grano fino, compacto y homogéneo. Es tenaz, algo maleable y se emplea más que las otras por ser menos quebradiza y prestarse mejor al moldeo y á ser trabajada por los útiles de acero, dejándose limar, cortar y taladrar con facilidad. Se oxida más que la blanca y no adquiere jamás buen pulimento.

La fundición *blanca* es de estructura laminosa, blanca argentina y de fractura brillante; es dura, quebradiza y no se deja trabajar con la lima ni con otras herramientas más fuertes. Aunque resiste más á la compresión que la gris solo se emplea cuando ha de sufrir el desgaste y para la fabricación del hierro forjado y del acero.

La fundición *mezclada* es un intermedio de las anteriores, participando de sus buenas y malas cualidades. Se deja impresionar por el martillo y se rompe con facilidad, presentando una fractura negruzca y de grano fino.

La fundición no se cuela directamente de los altos hornos en los moldes, sino que se refina una ó dos veces llamándose por esto de *segunda* ó *tercera fusión.*

166. El hierro colado presenta una gran resistencia á la compresión, que es el destino más adecuado que se le puede dar con la ventaja de proporcionar grandes masas de una sola pieza y permitir la multiplicación por el moldeo, de objetos que han de tener la misma forma, pero no se puede forjar ni en frío ni en caliente ni se suelda consigo mismo.

Debe exigirse en la fundición que presente en su fractura un grano gris, exento de grietas, huecos ó venteaduras y fácil de rayar con el buril y la lima.

El hierro fundido debe someterse á las pruebas siguientes: 1.ª, colocada una barra de 0^m20 de longitud por 0^m04 de escuadría sobre dos apoyos de acero separados 0^m16 ha de sufrir sin romperse el choque de una maza de 12 kilogramos que caiga de una altura de 0^m40 sobre su punto medio: 2.ª, un lingote de 0^m04 de escuadría sometido á un esfuerzo de flexión deberá resistir sin romperse un peso de 160 kilogramos. Si las barras anteriores se rompen se desechan todas las piezas de la misma fusión.

En el empleo de la fundición ha de tenerse mucho cuidado especialmente si ha de sufrir choques ó trepidaciones que pueden hacerle saltar, teniendo presente además que algunas veces existen ampollas ó escorias en el interior que recubiertas por una capa sana hacen suponer una fuerza y resistencia de que carece por completo, no olvidando que expuesta á una temperatura de 0 á 100 grados centesimales, se alarga 0^m0011 por metro y que los grandes fríos la hacen agria y quebradiza.

Hierro dulce ó forjado.—167. Se divide en dos clases: *fuerte* el que se deja forjar y encorvar sin romperse, ya en frío ya en caliente, y *agrio* que se rompe al doblarse en frío ó en caliente. Se distinguen en que al cortarlos en frío con un cincel bien acerado, el fuerte parece una sustancia blanda sin que se quiebre, y el agrio se rompe.

Los hierros *fuertes* son *blandos* ó *duros:* los primeros tienen

color gris azulado, textura granulosa, erizados de pequeñas puntas retorcidas y dispuestas sus fibras ó nervios á lo largo de las barras y se sueldan con facilidad; los duros tienen las fibras de un color plateado y plomizo, se sueldan con dificultad pero pueden adquirir pulimento.

El hierro *agrio* puede serlo *en frio ó en caliente:* el primero rara vez es blando y siempre es quebradizo en frío aunque se dobla en caliente; su fractura es granuda, desigual y blanquecina, sin fibras y con pequeñas láminas de un blanco de plata: se suelda y trabaja con facilidad. El agrio en caliente llamado también *cobrizo* y *de color* se quiebra en caliente pero se dobla en frío: su fractura se presenta mate irregular y de color oscuro, con muchas asperezas, fibrosa y granujienta al mismo tiempo: no se suelda con los demás metales y es difícil de trabajar.

168. El trabajo del hierro en el yunque ó en el laminador lo mejora, pero como el efecto es mayor en la superficie que en el interior, resulta que cuanto más delgado sea un hierro más probabilidades hay de que sea bueno, compacto y resistente; así que cuando se quieren obtener hierros gruesos resistentes, se trabaja en barras delgadas y se unen ó sueldan después para conseguir la dimensión deseada.

El hierro forjado expuesto á la tracción tiene gran resistencia y su tenacidad y elasticidad permanecen invariables si no sufre golpes ó trepidaciones: su dureza permite labrarlo con útiles de acero templado, pulimentarlo y tornearlo: por su propiedad de ablandarse con el calor pueden dársele las formas que se deseen y soldarse consigo mismo sometiéndolo á la presión de la prensa ó del martillo. En construcción tiene la gran ventaja de que antes de llegar á la rotura sufre una deformación muy notable que sirve de indicio para juzgar de su resistencia. La dilatación que experimenta por cada 100 grados de temperatura es de 0ᵐ00112 por metro.

169. Entre los varios defectos que el hierro puede tener, la *flojedad ó dobladura* que es la falta de trabazón entre las fibras, ó los huecos en su soldadura dependiente de la mala elaboración, hace que se doble con facilidad por su poca resistencia. Las *cenizas* ó sean materias extrañas, si no son en abundancia (en cuyo caso lo vuelven agrio) no dañan mucho su solidez pero le imposibilitan el pulimento. Las *grietas* ó hendiduras trasversales proceden del martinete y perjudican si penetran. Las *pajas* que son dobleces ó laminillas unidas á la masa en su superficie, indican una mala forja, así como la falta de homogeneidad en sus fibras. Las *escamas* son pajas muy grandes. Finalmente, el peor defecto es las *rebolladuras*, que son hendiduras ó grietas longitudinales lle-

nas de una materia negra que tizna los dedos indicando falta de continuidad en las fibras.

170. El hierro forjado ha de procurarse que sea terso y sin hojas, unidas sus fibras y sin huecos ni materias extrañas: ha de presentar en su fractura un grano fino, un poco azulado, algo ganchuda que indica ser dulce y no grueso y brillante que demuestra ser agrio.

Para reconocer su bondad se escogen una ó dos piezas ó hierros por cada ciento, y en ellas se verifican pruebas que pueden ser en frío ó caliente. En las primeras se aprecia muchas veces por la percusión: cuando las barras son delgadas se las arroja con fuerza sobre un yunque de bigornia estrecha doblándolas así y desdoblándolas más ó menos veces, según se desee asegurar de su tenacidad: si las barras son gruesas esta operación se verifica colocándolas sobre dos apoyos y golpeándolas en el medio con un grueso martillo: si las piezas han de sufrir esfuerzos violentos en el invierno, conviene verificar las pruebas en esta época, pues los hielos hacen los hierros agrios. Las pruebas en caliente se reducen por lo común á tres operaciones: forjar el hierro de tal modo que presente una punta aguda, reducirle á martillazos á una plancha y atravesarla cerca del borde sin que se desgarre.

De los aceros.—171. Como se ha dicho (164) existen tres clases de acero: natural, de cementación y fundido.

El acero *natural* es de un color gris ceniciento, no tiene gran brillantez, su textura es granular, fina, sin ser fibrosa ni laminar, siendo tanto mejor cuanto más apretado es su grano. Es sonoro y elástico y presenta ordinariamente más ductilidad, dureza y elasticidad que el hierro dúctil: á la temperatura del rojo se suelda consigo mismo y con el hierro forjado.

El acero de *cementación* es de un color gris azulado, de grano fino y muy igual y de fractura laminosa. No es tan tenaz y elástico como el de forja, pero es más duro y se quiebra con mucha facilidad.

El acero *fundido* tiene un color gris blanquecino y un grano muy fino, teniendo su fractura compacta, fina y homogénea. Es extremadamente duro y costoso de trabajar, se suelda muy difícilmente y sólo después de haber sido forjado; pero puede adquirir un hermoso bruñido y presenta con frecuencia la notable propiedad de templarse por la sola acción del aire.

Para distinguir el hierro del acero, se echa sobre el metal que se desea conocer, una gota de ácido nítrico ó sulfúrico debilitado en agua, la cual deja una mancha negra en el acero y más ó menos verdosa ó blanca en el hierro; también si se introduce en ácido nítrico humeante caliente una barra de acero y otra de hierro,

aquélla es atacada mientras hay ácido libre, al paso que la segunda pasa inmediatamente al estado pasivo y permanece en el ácido sin experimentar alteración.

172. El acero se *templa,* es decir se sumerje bruscamente en agua fría ó en otro líquido después de calentado al rojo, adquiriendo una tenacidad y una dureza que raya al vidrio y otros cuerpos, menos al diamante.

173. Las condiciones de un buen acero son: poderse estirar en alambres muy delgados sin resquebrajarse, poderse soldar bien y trabajarse á baja temperatura, y partido ha de presentar homogeneidad y uniformidad en su grano.

Por razón de la resistencia dupla que tiene sobre el hierro forjado y de los perfeccionamientos de su fabricación, se aplica el acero en la construcción de los edificios. Sin embargo, cuando es poca la resistencia que tiene que oponer, puede ser más conveniente emplear hierro forjado que no acero, con el objeto de obtener mayor grueso para que resista mejor á la compresión, pues las pequeñas dimensiones que se dieran al acero serían en este caso un inconveniente.

El acero se emplea en las herramientas de hierro soldando con él las extremidades para darles la dureza necesaria al objeto que han de cumplir.

ARTÍCULO II.

De varios productos de hierro forjado ó laminado.

Palastros.—174. Son planchas ó láminas que se obtienen haciendo pasar el hierro ó el acero por entre cilindros ó *laminadores,* los cuales se aproximan lo necesario para que den el grueso conveniente: también se hacen con el martinete pero no salen de un grueso igual. Se aplanan después si han de ser planos y se aplican caldeados entre cilindros acanalados para que sean ondulados ó entre rodillos dispuestos de cierta manera si han de ser cilíndricos ó en moldes de superficies adecuadas en caso de exigirse cónicos ó esféricos.

Atendiendo á su espesor ó grueso, el palastro se denomina *fuerte ó hierro negro,* cuando tiene más de 4 m/m de grueso; *medio ú ordinario,* el que es de 4 á 2; *delgado,* el que no llega á 2, y plancha ó chapa, el que tiene menos de 1.

Los palastros son *lisos, estriados* y *ondulados:* los primeros son de un grueso variable, los estriados tienen de 7 á 12 m/m con

estrías de 2 m/m de profundidad y los ondulados presentan sus canales ú ondas de 0^m14 á 0^m28 de anchura.

175. El palastro de buena calidad ha de ser unido y brillante, con un espesor y una superficie perfectamente lisa y libre de abolladuras y asperezas. A los golpes de martillo debe dar un sonido claro que demuestre no tener defectos ni roturas.

Para averiguar su bondad se somete á la prueba de que se puedan formar con él cilindros de cierto diámetro, que varía entre quince y veinticinco veces su grueso. Se le dobla también y se desdobla varias veces en todos sentidos y no ha de romperse.

Palastro galvanizado y emplomado.—176. Con objeto de preservar los palastros de la oxidación, se les recubre de una capa ó baño de cinc ó de plomo, cuya operación se verifica de dos maneras: por la una se sumerge el palastro en un baño de cinc fundido, si se quiere galvanizarlo, ó en una mezcla de cloruro de cinc limpio de grasa cuando se ha de emplomar; por la segunda se somete el palastro al paso de una corriente eléctrica en una disolución de sal de cinc cuando ha de galvanizarse y de amoniaco para emplomarlo.

Para techos y tabiques de cemento armado se fabrica el hierro llamado deployé ó desgarrado y también el ferro-inclave, de los cuales se ha tratado (**141**).

Hoja de lata.—177. Es un palastro muy delgado, obtenido con carbón vegetal y recubierto de estaño por ambas caras. Se preparan desoxidando las planchas y sumergiéndolas en un baño de sebo fundido y después en otro de estaño recubierto también en sebo para evitar la oxidación de los metales, cuidando por último de igualar la capa de estaño que descubre el hierro.

178. La hoja de lata, como el palastro, debe estar libre de abolladuras y asperezas, y de puntos sin estañar, limpio su contorno y su superficie lisa y brillante, sin manchas ni rayas. Su color ha de ser perfectamente blanco de plata sin mezcla de amarillo.

Alambre.—179. Se forma el alambre haciendo pasar las varillas de hierro por los laminadores, que reducen su grueso de 8 m/m hasta 3 ó 4, y si han de ser más delgados, se les hace pasar por la *hilera*, que es una placa de acero con agujeros cónicos de distintos diámetros.

Para que se puedan trabajar más fácilmente sin que se rompan, hay que *recocerlos* ó quemarlos, es decir, meterlos en un hornillo hasta ponerlos al rojo oscuro y dejarlos enfriar lentamente. Esta preparación, sin embargo, les quita gran fuerza y no debe hacerse sino en casos en que el esfuerzo á que hayan de estar sometidos sea de poca importancia.

Lo mismo que el palastro se galvaniza el alambre.

Hierros del comercio.—180. Se presentan con secciones transversales diferentes que pueden agruparse en cuatro clases: hierros *corrientes, anchos planos, de pisos* y *especiales.*

Los *corrientes* tienen unos sección circular maciza, denominándose *barrones* ó *cabillas* los más gruesos y *varillas* los que tienen de 20 á 8 m/m de grueso: hay también *medios redondos.* En las barras de sección cuadrada se llaman *cuadradillos* los que tienen de 17 á 25 m/m de lado y *cuadrados* cuando están entre 25 y 120 m/m. Los hierros *tableados* ó de sección rectangular se nombran por las dimensiones en milímetros de su sección transversal. Se denominan sin embargo *pletinas* los que no pasan de 20 por 5 milímetros.

181. Los hierros *anchos planos* son de una anchura extraordinaria y se designan como los anteriores por las dimensiones en milímetros de su sección transversal.

182. Los hierros *de pisos* tienen la sección de *doble T (figura 28),* y el uso los ha extendido con el nombre de *viguetas.* En ellos, se llama *alma* ó *nervio* la parte vertical *aa* y *cabezas* las horizontales *bb*, denominándose *tablas* las caras superior é inferior de éstas. Las viguetas se denominan *de alas anchas* y *de alas estrechas* ú *ordinarias* según la mayor ó menor salida de sus alas ó brazos *ab*. Cada tipo de la misma altura en su sección transversal se sujeta á dos gruesos diferentes para que puedan emplearse en un mismo suelo si tienen que aguantar cargas distintas. Se denominan por su altura expresada en centímetros, distinguiendo si son de alas anchas (a. a.) ó de alas ordinarias (a. o.)

183. Los hierros *especiales* afectan en su sección transversal diferentes figuras: Los de *T sencilla (fig. 29)* unos tienen su tabla ó cabeza *b b* de menor dimensión que el alma *a a*, otros iguales y otros mayores; los de vidrieros llamados también *bastidores* tienen la sección *T* con su cabeza más ó menos moldurada, habiéndolos *simples (fig. 30)* y *dobles (fig. 31);* los hierros de escuadra ó *angulares (fig. 32)* pueden tener sus brazos iguales ó no, denominándose *abiertos* cuando éstos forman un ángulo obtuso *A* (generalmente 110, 120, 130°), *angulares* simplemente ó *cantoneras* si el ángulo es recto *B* y *cerrados* cuando lo tienen agudo *C;* los hierros de doble escuadra [, cuya sección está indicada en la *fig. 33,* comprenden una parte vertical ó alma y dos horizontales ó alas, brazos ó ramas: los *pasamanos* que pueden ser *lisos (fig. 34)* ó *con filetes (fig. 35);* los hierros Zorés para pisos, cuyas secciones se indican en la *fig. 36;* y finalmente los hierros *cruciformes* ó de sección de cruz más ó menos complicada, cuyo empleo es reducido y sólo se fabrica en casos especiales.

Clavos, roblones, tornillos y pernos.—184. Son auxiliares y medios de sujeción indispensables en las obras:

Los *clavos* se hacen de trozos de varillas ó alambres, con cabeza y punta, á los que se deja la forma cilíndrica ó se les hace tomar la sección triangular ó poligonal. Si adelgazan desde la cabeza á la punta pueden rajar la madera cuando se clavan, por lo que se usan las *puntas de París* que son cilíndricas y no necesitan barrenar previamente. La clavazón se denomina *menuda* cuando no llega á 0,m12 de longitud, *mediana* la que tiene de 0m13 á 0m30, y *gruesa* cuando pasa de los 0m30.

Se llaman *alcayatas ó escarpias* los clavos que tienen un codillo en su cabeza. Otros clavos tienen un ojo en vez de cabeza que son las *armellas*, y si además llevan entre el ojo y el vástago un codo para recibir los golpes del martillo, se denominan *fijas*.

185. Los *roblones* son trozos de hierro ó de acero redondo *(fig. 37)*, con una cabeza en un extremo y á los cuales, una vez introducidos en el taladro donde se colocan, se les hace á martillazos otra cabeza igual ó distinta á la primera *(fig. 38)*, para cuyo fin se caldean previamente.

186. Los *tornillos* son clavos cilíndricos con un filete triangular ó rectangular que da vueltas en espiral en la parte de su longitud inmediata á la punta. En su cabeza tienen una ranura según su diámetro para que encaje en ella el corte ó bisel del destornillador que ha de dar vueltas al tornillo.

Para que un tornillo sea bueno debe tener el filete cortante por su arista, su paso ha de ser igual á su altura y cilíndrica la parte no fileteada.

187. Consisten los *pernos* en unas varillas cilíndricas ó cuadradas *(fig. 39)*, que tienen una cabeza fija *A* en un extremo y otra movible *T* en el otro, habiéndolas también con las dos movibles y con dos fijas en el medio y dos movibles en los extremos, en cuyo caso se les llama pernos de cuatro cabezas. Las extremidades donde entran las movibles *T* están fileteadas en espiral como tornillos y en este caso las cabezas se llaman *tuercas* afectando la forma cuadrada ó exagonal para poderla hacer girar cogiéndolas con las llaves *(figs. 40 y 41)*, denominada *de tuerca* la primera é *inglesa* la segunda. Los pernos de poca longitud se llaman *pernetes*.

188. Los clavos se hacen introduciendo á martillazos ó por presión una varilla de hierro enrojecido en una cavidad cilíndrica llamada *clavera* y remachando después el extremo saliente para formar la cabeza. Esto se consigue también dando golpes sobre un trozo de acero llamado *estampa*, que tiene la concavidad de la cabeza. Con esta se hacen las cabezas de los roblones, pero obrando por presión.

Los tornillos se hacen con terrajas y las tuercas con machos. as primeras son unas placas de acero llamadas *cojinetes* con va- ios agujeros de distintos diámetros, en las cuales hay labradas los ó tres espiras de tuerca, cuyos cojinetes entran en una caja racticada en el centro de una barra, á la cual se da vueltas para ue las espiras muerdan ~~la varilla~~ y se formen poco á poco los fi- etes de la espiral. Las tuercas se hacen introduciendo en un agu- ero abierto antes, el *macho* ó sea un tornillo de acero al que se la vueltas por medio de una barra. Los tornillos se hacen mucho nás rápidamente con máquinas en las que la varilla gira y la te- raja está fija en un soporte que avanza ó retrocede; la tuerca se iace poniendo el hierro de que se ha de formar en el soporte y n vez de la varilla el macho del tornillo.

ARTÍCULO III.

De varios metales que se emplean en construcción.

Plomo.—180. Es un metal muy maleable, poco dúctil y poco tenaz. Tiene un color gris azulado con mucho brillo en los cortes y deja una traza negruzca cuando se frota en un papel. Expuesto al contacto del aire húmedo se cubre de una capa negruzca que lo preserva para lo sucesivo. Es atacable por gran número de áci- dos y por el agua, la cual, si contiene aire, adquiere propiedades tóxicas, pero no si lleva en disolución algunas sales cálcicas como las de los ríos y manantiales.

Se presenta *colado* en galápagos tal como sale de la fusión de los minerales, ó *laminado* en hojas, las cuales se hacen vertiendo plomo fundido en mesas con reborde para formar planchas que, después de frías, se pasan por un laminador (**174**).

El plomo laminado aumenta su maleabilidad; pero los hilos y planchas son de poca resistencia. Se corta fácilmente con tijeras ó cuchillo y se deja rayar por la uña, cuya propiedad es bastante para distinguirlo. Se dilata 0^{m}000028 por metro de longitud y por cada grado centesimal que sube la temperatura.

Con el plomo se hacen tubos *estirados*, vertiendo el metal fundido entre dos cilindros de hierro, uno dentro del otro, dejan- do un espacio anular del grueso del tubo, el cual se lamina pro- duciendo un estiramiento. Se hacen también tubos *prensados*, in- yectando el plomo fundido en los moldes por medio de una especie de bomba.

Para la fabricación de tubos con planchas, se cortan éstas á la medida conveniente de modo que, arrolladas, den el calibre que

se desea, y se procede á encorvarlos en la bigornia ó en el llamado *torno de caños* juntando después los bordes de la plancha para unirlos con la soldadura de plomeros.

Cinc ó zinc.—190. Este metal es de textura laminar muy brillante, muy semejante al plomo en su aspecto exterior, blanco azulado en fractura reciente y gris en otro caso. Es bastante blando, aunque menos que el plomo, es más quebradizo que éste, embota la lima y la sierra, y tiene muy poca sonoridad. Cuando se le dá con un martillo á la temperatura ordinaria se hiende; pero exponiéndolo á 130 ó 150 grados se le puede extender por el laminador y la hilera en hojas é hilos bastante delgados.

Al contacto del aire húmedo se cubre de una costra cenicienta blanca que empaña la superficie y que le preserva, al mismo tiempo, de las variaciones atmosféricas El roble y el mortero le perjudican y con los ácidos puede formar sales venenosas, y en presencia de otros metales y de la humedad, produce corrientes eléctricas que ocasionan con el tiempo su destrucción. Se dilata $0^{m}000029$ á $0^{m}000031$ por metro de longitud y por cada grado centesimal que se eleva su temperatura.

El cinc se presenta para la construcción en *panes* de metal fundido, en alambres de diferentes gruesos, en clavos para los almacenes de pólvora, porque no produce chispas, y principalmente en planchas ó láminas que se fabrican como las de plomo. El laminado le da tenacidad y una gran tendencia á dilatarse en el sentido del estirado más que en otra dirección, de donde resultan las irregularidades de las planchas que no se corrigen ya con la contracción.

Cuando se empleen se cuidará de que tengan un espesor uniforme y sean perfectamente homogéneas, sin rajas, vetas ni otro defecto.

Estaño.—191. Este metal tiene un color blanco casi tan brillante como la plata, pareciéndose mucho al plomo y al cinc, aunque se distingue de ellos por el ruido que hace al doblarlo. Es algo dúctil y excesivamente maleable, pudiéndose obtener hojas de una tenuidad extrema como son las conocidas con el nombre de papel de estaño. Es atacable por los ácidos nítrico, clorhídrico y sulfúrico y por el agua régia; tiene sabor y olor desagradables. Es casi inalterable al aire á la temperatura ordinaria, y se suelda consigo mismo. Se dilata $0^{m}000019$ por metro de longitud y por cada grado que se eleve su temperatura.

Se ofrece al constructor en masas ó lingotes ó galápagos, en barras, y reducido á hojas que se fabrican como papel y son las llamadas papel de estaño.

Cobre.—192. Es un metal rojo brillante, muy maleable en

frío y en caliente, muy dúctil y muy tenaz, despide por el frote un olor desagradable y tiene un sabor particular.

Expuesto al aire, si es seco, no se altera á la temperatura ordinaria, pero calentado se cubre de una capa negra de óxido, y expuesto al aire húmedo ó agua se oxida formando una escrecencia verduzca llamada cardenillo, que es un veneno bastante activo y que le preserva para en adelante: es fuertemente atacado por los ácidos formando sales venenosas. Excepto con el hierro y el plomo, se liga fácilmente con los metales formando aleaciones. La dilatación que sufre por cada grado á que se eleva su temperatura, es de 0,000017 por metro de longitud.

Bronce.—193. Este metal es una aleación de cobre y estaño, de un color amarillento, ligeramente maleable cuando se le ha enfriado con lentitud y mucho si está *templado* ó enfriado bruscamente, pudiendo entonces trabajarse con la lima, el martillo y el torno. Expuesto al aire se cubre de una película verduzca como el cobre.

Latón.—194. Es una aleación de cobre y cinc en la que entra muchas veces el hierro, el plomo y el estaño, aunque en cortas cantidades. Se llama también cobre amarillo, similor, cobre blanco, etc., según la proporción en que se halla el cinc, asemejándose su color tanto más al oro cuanto menos cinc contiene. Es más dúctil que el cobre, más fácil de laminar, pero menos maleable y alterable; es fácilmente fusible, dúctil, maleable en frío y quebradizo en caliente. Expuesto al aire se cubre de cardenillo.

Platino.—195. Es blanco algo agrisado, muy tenaz, maleable y dúctil, pudiéndosele estirar en hilos de $^1/_{1200}$ de milímetro. Ablandado al rojo se suelda consigo mismo. No le oxidan los ácidos, el aire ni el agua, y le atacan fácilmente el fósforo, el arsénico, el boro y el silicio, y lo hacen con violencia el estaño, la plata, el plomo y el cinc.

ARTÍCULO IV.

Trabajo de los metales en el taller.

Taller de herrería.—196. Para dar á los hierros la forma que deben tener con objeto de que se acomoden á su destino en las obras, se preparan en el *taller de herrería* donde, además de las herramientas y útiles de mano, existen: la *fragua* que es un hogar alto para calentar el hierro, con fuelle ó ventilador á un lado para avivar la combustión, cuyo aire puede calentarse antes haciéndole pasar por una tubería que rodee el fondo del hogar; el

yunque de hierro donde se da forma á los hierros caldeados ó se sueldan á martillazos, y un *banco* fuerte de madera con quijadas de hierro para sujetar las piezas de metal mientras se liman, taladran ó encajan unas con otras.

Cuando se han de caldear piezas grandes y poco manuables, la fragua es accesible por todos lados y se llama *central ó abierta,* apoyándose los hierros en burros ó borriquetes. Hay también fraguas portátiles de hierro que pueden estar montadas sobre ruedas para su transporte.

Trabajo á mano.—197. Para trabajar el hierro se le calienta en la fragua al rojo blanco, no debiendo serlo á mayor temperatura porque se quema, ni á otra menor porque no le hace efecto el martillo. Con las tenazas ó por un extremo del hierro, cuando éste es largo, se coloca sobre el yunque dándole la forma adecuada con martillos de mango largo; si hay que hacer agujeros se pone sobre el de la bigornia y á martillazos se entra el punzón ó puntero que lo ha de abrir; la lima termina la operación haciendo á la pieza las labores convenientes para lo que se sujeta en el gato del banco; y si hay que hacer algún corte se apela al *cortafríos* que es un cincel de acero templado sobre el que se golpea con un martillo.

Para tomar medidas se emplea el *compás de gruesos (fig. 42)* y si han de hacerse ó tomarse muchas medidas iguales se marcan en el *escantillón (fig. 43)* y cuando han de mantenerse unidas mientras se trabajan se sujetan con la *prensa (fig. 44)*.

El hierro colado se corta por medio de *buriles,* especie también de cinceles de hierro acerado con su corte duramente templado á los cuales se hace recorrer la línea trazada para el corte golpeándolos al mismo tiempo con un martillo.

Las planchas, sean de palastro, plomo, cinc ó latón, se cortan con cinceles y con la lima y también con tijeras cuando su grueso no pasa de un milímetro.

En frío se taladran los metales con varios útiles. Si se trata de hojas delgadas se puede emplear el *sacabocados,* y si son algo más gruesas el *berbiquí,* al que se imprime un movimiento de rotación. El agujero se agranda si es necesario con el *avellanador.*

Los hierros se aplanan ó enderezan golpeándolos con un mazo de madera ó con un pesado martillo sobre una superficie bien plana y lisa. Los hierros gruesos, los especiales y los de pisos, aunque pueden enderezarse á fuerza de martillazos, una vez puestos en el yunque, se les somete á la acción de una *prensa de enderezar (fig. 45),* consistente en un tornillo *on,* que avanza ó retrocede por medio de una tuerca movida por la palanca *P* y obra sobre el hierro *hh,* el cual se apoya contra dos topes que hay

›n t, t, y se le obliga á enderezarse según la recta de un tope á ›tro. La prensa sirve también para cimbrear ó dar curvatura á as barras, haciendo avanzar el tornillo hasta que el hierro tome a curvatura.

Cuando hay que hacer ciertos detalles en el hierro se emplean ına especie de martillos terminados por un lado en superficies ›urvas, cóncavas ó convexas, que se colocan sobre el objeto y reıisten por la cabeza superior el golpe de un mazo para que el ıierro caldeado se amolde á dicha superficie. Se da también una forma particular al hierro por medio de *estampas* que constan de dos partes: en una está el relieve y en otra el hueco que corresponden á la forma deseada y que son como el molde del objeto. Una de las partes tiene una espiga para colocarla en el agujero de la bigornia, la otra, que lleva un mango, se coloca sobre el hierro caldeado y se golpea con un martillo para dar al hierro la forma ideada. Las piezas huecas se forjan sobre moldes de hierro llamados *mandriles*.

Muchas de las operaciones que se acaban de indicar se ejecutan hoy con máquinas que pueden ó no moverse á mano.

Pegadura del hierro.—198. La unión de dos barras por sus extremos se puede hacer de varias maneras: *al tope*, para lo cual, después de caldeados los extremos, se les deja caer sobre el yunque con objeto de que formen una especie de cabeza ó que presenten ángulo agudo, y se juntan luego uniéndolos á martillazos, con cuya operación no se disminuye el grueso de la barra; *de patilla* cuando forman ángulo, para lo que se hacen terminar en punta los dos extremos que han de unirse, se calienta todo al rojo blanco y se unen á martillazos; por otro medio, llamado *á cola de lobo*, se hace que un extremo termine en una punta y el otro en dos, formando éstas un ángulo entrante donde se aloja aquélla, cuyo procedimiento conviene para la unión del hierro con el acero y para soldar hierros de diferentes calidades, dando al acero ó al hierro inferior la forma de punta.

En todo caso, se espolvorea el hierro con arena seca al sacarlo de la fragua para que, al golpearle con el martillo sobre el yunque, salte aquélla arrastrando el óxido que de otro modo impediría la pegadura del metal. Ultimamente se repasa el trabajo con una lima para que no se conozca la pegadura.

Soldaduras.—199. Se une ó junta también el hierro empleando una aleación de cobre y cinc ó sea latón, el cual se pone con borax ó sal amoniaco en la junta de las piezas y se sujeta con alambre, exponiéndolo al fuego hasta que se funde el latón: se golpea después la junta en el yunque para completar la unión, y cuando está fría la soldadura se le quitan las rebabas con la lima.

Para soldar el acero fundido se emplea un fundente compuesto de 61 partes de borax, 17 de sal amoniaco, 16 de prusiato amarillo de potasa y 5 de pez griega. Para usar esta mezcla ya pulverizada, se espolvorea con ella el acero ya caliente y se aumenta después el fuego hasta el rojo cereza claro, sin dejar de añadir un poco de arena.

Aunque poco sólidas ó fuertes, se hacen también soldaduras en frío. Para unir el hierro, se emplea el betún de *limaduras* compuesto de la manera siguiente: se ponen durante 24 horas en sal y vinagre 50 partes de limaduras de hierro tamizadas y no oxidadas y después se mezclan con una parte de azufre y otra de cal. Se introduce esta mezcla en la junta, comprimiéndola con un cincel, al que se aplica el martillo á golpes.

Para soldar piezas rotas de hierro fundido se hace un betún con 3 partes de azufre, 3 de blanco de plomo y una de borax, que se disuelven en ácido sulfúrico concentrado para que formen pasta. Se extiende una capa delgada entre los trozos de hierro que se quieran unir y se mantienen adheridos por espacio de cinco días, al cabo de los cuales la pegadura es perfecta.

En las ensambladuras y guarnecido ó toma de juntas se usa un betún compuesto de 20 kilogramos de limaduras de hierro no oxidadas, uno de sal amoníaco en disolución y otro de flor de azufre. Se amasa la mezcla en el momento de emplearla y al cabo de dos á cinco días está tan dura como la piedra, haciendo cuerpo con las piezas unidas.

Para juntas secas de hierro colado se emplea una mezcla de 100 gramos de limaduras de fundición gris, 15 de flor de azufre y uno de sal amoníaco formando con aguardiente una pasta ligeramente espesa.

Los defectos del hierro fundido ó los huecos que saca del molde, se rellenan con una aleación de 9 partes de plomo, 2 de antimonio y una de bismuto.

Soldadura al fuego, de varios metales.—200. La soldadura del plomo consigo mismo, se efectúa por medio del soplete. Se recortan para ello los bordes que se han de pegar, y una vez juntos uno á otro, se aproxima una barrita de plomo y se dirige la llama del soplete, la cual funde los bordes y la barrita, rellenando el plomo de ésta los huecos de la unión y quedando ésta sin conocerse si la operación se ha hecho con destreza.

El estaño se suelda consigo mismo limpiando antes las superficies de contacto con ácido nítrico. Se presentan luego las piezas una sobre otra y se aplica á la junta el *soldador*, que es una especie de martillo de cobre con mango largo, cuya cabeza caldeada previamente funde el estaño y verifica la unión ó soldadura. Ésta puede hacerse también al soplete como el plomo.

La unión de piezas metálicas que no se sueldan ó adhieren di-
ectamente entre sí, se verifica valiéndose de otro metal más fu-
ible que los que se trata de unir. Entre estas soldaduras están: la
le plomeros, compuesta de dos partes de plomo y una de estaño,
mpleada para soldar cinc ó plomo; la *de hojalateros,* que se hace
on partes iguales de plomo y estaño ó bien con dos partes de es-
año y una de plomo y también con siete partes de plomo y una
le estaño. Se añaden como fundentes en estas soldaduras, la re-
ina común para el estaño, hojalata, cobre ó hierro, el sebo para el
lomo y la sal amoníaco para el cinc, el cual se humedece ade-
nás con ácido clorhídrico antes de soldarlo. Para hacer estas sol-
laduras se limpian primeramente las partes que se han de unir,
se toma luego con el soldador bien caliente un poco de soldadura
le las barritas preparadas al efecto llamadas *rieles* y se aplica á
a junta de unión oprimiéndola al mismo tiempo un poco con el
orte ó bisel del soldador para que el contacto sea íntimo: tam-
ién puede hacerse la soldadura con el soplete.

Los hojalateros espolvorean con resina la junta que se ha de
soldar, y cuando el soldador está casi al rojo lo pasan por un pe-
lazo de fieltro, después sobre una poca de resina y luego por un
iel de soldadura que se aplica sobre la junta, primero por un lado
y después por el otro. La resina en polvo puede sustituirse por
espíritu de sal.

El cobre se suelda con latón del mismo modo que el hie-
rro (**199**), y si la pieza no ha de exponerse al fuego basta con es-
tañarla.

Se hacen también soldaduras por medio de una corriente eléc-
trica de gran intensidad. Para ello se juntan las piezas y se les agre-
ga el fundente si se quiere, sometiéndolas después á la corriente.

Soldadura en frío de los metales.—201. Las soldaduras en
frío de los metales se hacen con betunes, como las del hierro.

Para juntas de cobre, se mezclan el minio y el albayalde por
partes iguales, haciéndose una pasta que no se pegue á los dedos
y empleándose cuando las juntas han de abrirse de cuando en
cuando. Se unen también con una pasta consistente en blanco ú
óxido de cinc y aceite y con un compuesto de 72 partes de sul-
furo de plomo calcinado, 54 de peróxido de manganeso y 13 de
aceite de linaza.

En juntas groseras no expuestas al calor, se emplea el yeso
mate ó la cal molidos con aceite de linaza y cáñamo picado en
pequeños trozos.

Con óxido de plomo y glicerina se hace una masa que endu-
rece con rapidez y es insoluble en los ácidos, soportando la acción
del calor.

Unión de piezas por medio de roblones, pernos y tornillos. —202. Dos piezas ó más que se unen á junta plana se aseguran por medio de roblones, pernos ó tornillos que entran en agujeros abiertos préviamente. Los roblones, cuando han de unir piezas delgadas se remachan en frío; pero cuando han de tener gran resistencia, se calientan al rojo antes de colocarlos, apoyando la cabeza en una maza ó martillo que tiene una cavidad para alojarla, y se dan de prisa en el otro extremo pequeños golpes al principio concluyendo por colocar encima una pieza de acero con un hueco llamado *estampa,* sobre la cual se golpea para formar la otra cabeza del roblón, á no ser que haya de quedar enrasada, en cuyo caso, el martillo plano trabaja directamente sobre el roblón. El enfriamiento de éstos ha de apretar unos contra otros los hierros asegurando la unión con el frotamiento de los espesores; y como esto es difícil conseguirlo á mano, se emplean cuando las obras son importantes las máquinas de roblonar que son de vapor, hidráulicas, de palanca y excéntricas. También se ha roblonado por medio de la electricidad, con la cual se caldean los roblones y se comprimen para formar las cabezas.

Los *tornillos* se colocan dándoles vueltas con el destornillador, pero no sujetan como los roblones y menos cuando están sujetos á vibraciones.

Los *pernos* entran en agujeros algo mayores para que puedan entrarse y sacarse, y producen su efecto apretando las piezas que han de enlazar por medio de la llave aplicada á la tuerca. Se emplean principalmente cuando unas piezas se han de unir á otras ya colocadas, cuando se desea tener movilidad en las ensambladuras ó cuando la comodidad del trabajo obliga á sacrificar algo de la solidez para facilitar las maniobras.

Corte y calado de las planchas.—203. Los palastros gruesos ó fuertes se cortan empleando las *tijeras de palanca,* en las que una hoja está fija y la otra tiene gran longitud para poder aplicarse á ella varios operarios y cortar palastros hasta de 12 $^{m}/_{m}$ de espesor. Se corta también el hierro con tijeras *circulares,* que consisten en dos láminas de acero fijas en ruedas, las cuales giran en sentido inverso una de otra, cogiendo entre ellas el palastro que ha de cortarse. Si los hierros tienen más de 7 milímetros de grueso se emplean las llamadas *excéntricas ó de palanca,* las *guillotinas* y otras.

El *calado* de las planchas para imitar la labor de un encaje se verifica con tijeras á mano ó mecánicamente y con punzones, dando golpes sucesivos cuando las planchas son muy gruesas.

Máquinas de perforar y escoplar.—204. Se hacen *taladros* en los hierros por medio de máquinas en las que la broca ú ope-

rador se encuentra animado de un movimiento de rotación y de presión que se ejerce en unas por medio de un peso fijado al extremo de una palanca ó moviendo á mano una rueda: en otras el operario les da movimiento con un pedal donde apoya el pie.

Hay también máquinas perforadoras *á sacabocado ó de punzón*, en las que se opera el taladro, ya á golpe por medio de una palanca ó de un martillo, ya por presión ejercida por tornillos, que son las más poderosas.

Para hacer *escopladuras* se pueden emplear máquinas parecidas á las de perforar, pero con herramientas á propósito para abrir cajas ó hacer taladros de gran tamaño. Tienen tres clases de movimiento: uno de rotación y dos de traslación, en sentido perpendicular uno de otro, consiguiéndose con ellos que el objeto se presente á la acción sucesiva del operador, el cual tiene un movimiento rectilíneo alternativo y vertical. Se construyen también perforadoras en las que el objeto se halla fijo sólidamente y el cincel ó broca tiene un movimiento de vaivén en sentido de la profundidad de la caja que se ha de abrir y otro de traslación para ensancharla.

Estampación y moldeado de hojas metálicas.—205. Para este trabajo, la plancha se coloca entre el *molde ó punzón* que presenta la forma que se le quiere dar y la *estampa* que se ajusta á aquél, oprimiendo la plancha entre ambas por medio de una prensa en la que se fija la estampa. En algunos casos hay que calentar las planchas para obligarlas á plegarse al molde.

Las *molduras*, cuando son sencillas se hacen á mano en el *tiquetás*, que es un yunque con acanaladuras, colocando la hoja sobre ellas y golpeándola con un martillo de acanalar hasta darle la forma que se desee. Las molduras complicadas se forman con moldes formados de piezas sueltas convenientemente ligadas, á las que se aplica la estampa, rellenando antes con agua los huecos de la plancha. Se forman también las molduras en el *torno de entallar*, que es una especie de laminador constituído por una serie de pares de cilindros que llevan acanaladuras de la forma de la moldura.

Las condiciones que deben exigirse á todos los metales cuando han de emplearse moldeados, son que estén exentos de sopladuras, hendiduras, burbujas, vetas ú otros defectos del mismo género y que presenten limpias sus formas sin rebabas ni ninguna otra deformación.

Recorrido y alisado.—206. La obra ejecutada en la fragua y el yunque, así como la fundida y la que producen las máquinas necesita un repaso, el cual se verifica en el banco del herrero cuando la pieza es manuable, sujetándola en el tornillo.

El martillo y los buriles completan en muchos casos la obra á que los demás instrumentos ó máquinas no alcanzan por el sitio

en que necesitan trabajar. Los cortes se terminan con el buril ó con la lima, y algunas veces con la piedra de afilar.

El *alisado* se efectúa con la lima y con la lija, ó con máquinas llamadas *alisadoras* cuando el movimiento giratorio es para pulir el interior de una superficie cilíndrica, y *acepilladoras* cuando tienen por objeto pulimentar las superficies planas. Si el hierro fundido ha de ser pulimentado, se limpia y lava con un ácido diluído, se estrega con limas ó con un cepillo mecánico, se le aplican varias manos de petróleo bruto, y después se frota con un cepillo de fuertes crines.

Torneado de metales.—207. Los tornos para ello son de dos clases: *de puntas* y *al aire*, pudiendo tener su eje de rotación vertical ú horizontal. Los tornos para metales son generalmente de hierro y se mueven mecánicamente en los talleres de ajuste.

También hay tornos para labrar superficies que no son de revolución, como por ejemplo, elipsoides de ejes desiguales. Para ello, el árbol que lleva la pieza para tornear está montado en un excéntrico.

Calzadura ó acerado y aguzadura de herramientas.—208. Se pueden hacer éstas de acero no templado y someterlas luego al temple. Las herramientas de hierro se *aceran* ó *calzan* de acero en la extremidad que ha de trabajar. Para ello, el hierro y el acero se calientan al rojo y se sueldan ó unen por la acción del martillo sobre el yunque, dándoles la forma que han de tener, la cual se termina con la lima: se templa después la parte acerada y si la herramienta ha de ser cortante, se afila en la rueda ó muela.

La *aguzadura* de las herramientas gastadas por el uso pero que conservan todavía algún acero, se reduce á caldearlas y sacarles nueva punta ó filo con el martillo ó con la rueda.

Se aceran también las herramientas de hierro introduciéndolas en polvo de carbón después de calentadas; pero dura poco este temple que se llama *de caja*.

Medios de conservar el hierro.—209. Los medios empleados para preservar al hierro de la oxidación son principalmente las grasas, betunes y pinturas al óleo, generalmente de minio: los demás no han sido todavía sancionados por el tiempo, siendo además complicados unos y costosos otros. En todos casos, antes de emplearlos es preciso que el hierro esté perfectamente limpio, pero no raspado, quitándole para ello hasta el menor indicio de óxido por medio de un ácido y dándole después con aceite.

La pintura debe renovarse cuando se deteriore, porque al cabo de algunos años el óxido de hierro empuja de dentro afuera y hace saltar la pintura.

Contra la acción destructora de las sustancias que van á las letrinas, se cubre el hierro con una capa ó baño de porcelana ó vidrio que, además de preservarlo, facilita su limpieza.

CAPÍTULO III.

Materiales de origen vegetal.

ARTÍCULO I.

De las maderas para construcción.

Árboles y su clasificación.—210. Los árboles son los productos del reino vegetal que más material dan para la construcción. El tronco presenta dos partes distintas: una exterior que es la *corteza*, inútil en obras, y otra interior ó *duramen* formada de capas concéntricas llamada *madera*. En esta, la capa más próxima á la corteza presenta generalmente una parte leñosa y poco consistente llamada *albura* que mientras el árbol vive se convierte en madera perfecta. En el interior y centro del tronco, presenta además lo que se llama *médula ó corazón*.

Los árboles que en construcción se emplean, se ha convenido en dividirlos en cuatro clases: á la primera pertenecen los que proporcionan las maderas más duras: á la segunda los que están impregnados de resina: en la tercera están los que dan maderas blandas, y en la cuarta los de tejido fino y compacto, cuya madera es susceptible de recibir pulimento.

Maderas duras.—211. Son en general, de un trabajo penoso, y su uso en construcción está limitado á obras que exijan poca labra.

La madera de *encina* es de fibras rectas y compactas, notable por su mucha albura de un color más claro: Su color, recien cortada, es amarillento oscuro y llega hasta ennegrecer por una larga exposición al aire ó al agua. Es muy duradera y la más á propósito para sumergida en el agua y exponerla á la intemperie.

La madera de *alcornoque* es como la de encina, pero se altera con las alternativas de sequía y humedad, se agrietea fácilmente y ataca al hierro con el tanino que contiene, por cuyas condiciones se usa muy poco. Su corteza es el *corcho*.

El *roble* tiene una madera más oscura, más blanda y más fácil de trabajar: se distingue en *negro* y *blanco*. Aquel sirve para viguería y este para obras hidráulicas.

El *quejigo* es como el roble, y su madera es más apreciada que la del alcornoque y de la encina.

El *eucalipto* da una madera muy compacta, dura y flexible su color es blanco verdoso amarillento, resiste los ataques de los termitidos y taredos y las alternativas de sequía y humedad. Su corteza sirve para fabricar cartón impermeable.

El *castaño* tiene su madera bastante parecida á la del roble, aunque es más flexible y más bajo de color. Su uso es en viguería donde es muy duradero, aunque su albura se apolilla muy pronto. El castaño de *Indias* tiene su madera blanda y quebradiza.

El *olmo* da una madera muy fibrosa, dura, flexible y suave, de apariencia grosera, sujeta á alabearse y difícil de trabajar: su color es amarillo rosado con vetas algo más oscuras. Se emplea en obras hidráulicas, en tornos, prensas, husillos y otros objetos parecidos, no usándose en la carpintería ordinaria porque la atacan fácilmente los gusanos.

El *nogal* proporciona una madera compacta, suave á las herramientas, susceptible de pulimento, ligeramente veteada y de un color pardo oscuro. Lo hay *blanco* y *negro:* el primero se emplea en armazones y el segundo en puertas y ventanas. Ambas clases son propensas á criar gusanos.

La madera del *haya* tiene mucho enlace en su fibra transversal y presenta en medio de un color leonado claro, unas pecas finas y prolongadas de un color oscuro parecidas á ciertas simientes. Se presta bien á la labra por ser bastante lisa y no muy dura. Se endurece considerablemente con el calor y en construcción se emplea después de bien seca y completamente despojada de la savia, siendo de gran duración sumergida en el agua.

El *fresno* es de madera blanca, veteada en sentido de su longitud con tintas amarillentas y fácil de trabajar al principio, pues es entonces blanda y flexible, quedando con el tiempo muy dura y rígida. Es fácilmente atacada por la carcoma y se descompone si sufre la sequía y la humedad, aunque resiste en sitios abrigados ó cubiertos de agua.

Maderas resinosas.—212. La resina de que están impregnados los árboles sale al exterior por medio de incisión ó por el calor, constituyendo la *pez* (que es la parte más impura), el *betún vegetal* ó *brea* y la *esencia de trementina* ó *aguarrás*. La extracción de estas sustancias hace más dócil la madera á los instrumentos de carpintería, pero le quita duración cuando ha de estar expuesta á la humedad.

Se incluyen en esta clase de madera las variedades del *pino* denominadas *montaña* ó *negro*, que es blando para la labra, el *albar* ó *silvestre* del que no se puede aprovechar más que el duramen, el *salgareño* que es excelente como madera de hilo y de sierra, el *rodeño*, llamado también *marítimo*, que tiene menos re-

sistencia y elasticidad que el silvestre, el *carrasco* que se emplea para hacer cajas, y el *piñonero* que tiene su fibra torcida é irregular y sirve para resistir la humedad. Todos ellos tienen su albura blanquecina, amarillenta ó rosada y su duramen de un rojizo más ó menos claro ó pardusco.

El *pinabete* tiene poca resina, el color de su madera es blanco y á veces con ligero tinte pardo rojizo muy claro. Es inferior al pino y se usa por sus grandes dimensiones, y en carpintería por su blancura y limpieza.

El *pinsapo* sustituye al anterior por ser de parecidas condiciones.

El *abeto*, que viene del Norte de Europa, es de madera análoga al pinabete aunque más blanca, tiene tejido blando y ligero, prestándose á la labra el que es rojo de un brillante veteado, pero no el blanco del cual saltan fácilmente los nudos cuando se seca. Da buen resultado debajo del agua ó enterrado, pero no en edificios porque en ellos está sujeto á calentarse y á criar gusanos.

El *alerce* es un pino que viene del Adriático, tiene la madera más dura de los de su especie, no se raja ni es atacada fácilmente por los insectos, y es casi imperecedera debajo del agua: la albura, que es poca, tiene un blanco amarillento, y el duramen un color pardo rojizo claro veteado de color más intenso.

El *cedro del Líbano* tiene madera semejante á la del pinabete; la albura es blanca, bien marcada y abundante, el duramen rojo, castaño ó pardo-amarillento con vetas. Es fácil de trabajar y susceptible de recibir pulimento, difícil de torcerse y alabearse, considerándose como incorruptible.

Maderas blandas.—213. Por lo mismo que estos árboles crecen con gran rapidez, dan maderas de tejido blando y esponjoso semejante á la albura de ciertas maderas duras ó á la parte floja de las resinosas. Son fáciles de trabajar pero de poca duración, por lo que no se usan sino en construcciones provisionales ó de poca importancia.

El *chopo* y su variedad el *álamo blanco*, tiene bien distinta la albura del duramen por su color y por estar bien marcados los anillos anuales que son concéntricos y circulares. Esta madera es esponjosa, fácil de labrar y tanto más blanda, ligera y de escaso color ó blanca, cuanto más fría es la comarca donde se cría: en terrenos cálidos es de más densidad y color.

El *álamo negro* tiene la madera dura, fibrosa, flexible, unida, de apariencia tosca, blanca con venas negruzcas. Es difícil de labrar y mejor que el chopo.

El *abedul* proporciona una madera de un blanco ligeramente

rojo, de fibras rectas y compactas, siendo ligera y muy elástica aunque medianamente dura y difícil de trabajar. Su uso en construcción es de poca importancia aunque es buena debajo del agua.

El *arce* es *sicomoro* y *común:* el primero tiene la madera de un color blanco veteado y fibra uniforme, pero se pudre fácilmente á la intemperie; la del común ó *campestre* es de color blanco lustroso ligeramente amarillo ó rojizo con vetas oscuras y su madera no es propensa á ser atacada por los insectos, siendo susceptible de pulimento.

El *plátano* tiene poca albura y se parece algo su madera á la del haya aunque es más oscura y menos dura. Es susceptible de recibir pulimento y se conserva bien en el agua pero no en el aire, pues le atacan los gusanos.

El *tilo* dá una madera blanca, unida, compacta, ligera y fácil de trabajar.

El *sauce* tiene madera blanca rojiza ó amarillenta pálida, unida, homogénea y ligera; sirve únicamente para objetos ligeros.

La *acacia* presenta su madera de color amarillo con un hermoso veteado pardo veduzco: es unida, dura, pesada y pulimentada, se parece al raso: no se pudre ni al aire ni al agua.

El *aliso* da una madera densa y dura, de color amarillo rojizo con espejuelos: se pudre fácilmente y es atacada por los insectos, pero dura bastante sumergida en el agua.

Maderas finas.—214. Esta clase de madera se emplea casi exclusivamente en obras de taller y muy rara vez y por ostentar un gran lujo se usa en la carpintería de un edificio.

Nos limitaremos á indicar por lo tanto que en ebanistería se emplean como susceptibles de pulimento: el *peral*, el *manzano*, el *ciruelo*, el *moral*, el *cerezo*, el *olivo*, el *almendro*, el *agracejo*, el *arce de España*, el *acebo*, el *terebinto* ó *cornicabra*, el *perúetano*, el *serbal*, el *mostellar*, el *espino*, el *arrayan* ó *mirto*, el *enebro de la miera*, la *sabina suave*, el *tejo*, el *almez*, el *avellano*, el *boj*, el *madroño* y la *charneca* ó *lentisco*, cuyas plantas todas se cultivan en España; y como exóticas, el *ébano*, el *alintatao*, el *camagón*, la *narra*, la *bolongita*, el *tíndalo*, el *malatapai* ó *mabolo*, de Filipinas; el *granadillo*, la *jatia*, la *caoba* y el *ébano*, de Cuba; y el *palo santo*, el *de rosa*, el *del Brasil* y el de *Fernambuco* ó *Pernambuco*, con la *caoba* de varias partes de América y de Africa.

ARTÍCULO II.

Extracción y preparación de la madera para su empleo.

Corta ó apeo de los árboles.—215. No hay conformidad entre los naturalistas sobre la época en que conviene hacer la corta, siendo opinión muy general, sin embargo, de que debe efectuarse cuando está suspendida la circulación de la sávia.

La corta de los árboles se verifica por su pie con el hacha ó la sierra y algunas veces hasta se arrancan con sus raices, y una vez caídos se les despoja de sus ramas y se les divide en troncos por medio de la sierra ó de la segur. Se le quita la corteza inmediatamente, con especialidad tratándose de árboles resinosos porque de otra manera se halla la madera muy expuesta á ser picada por los gusanos.

Cuando se quieren hender en sentido del hilo, se hace uso de las cuñas de hierro ó de madera dura, introduciéndolas por medio de un mazo, en un corte dado con el hacha; también se hacen pequeños barrenos que se rellenan de pólvora, cuya explosión abre la madera.

Los troncos descortezados ó sea la madera *rolliza ó en rollos*, se corta con arreglo á longitudes que fija la costumbre de su empleo y sale del monte, ó en esta forma natural ó *desbastada*, es decir, escuadrada toscamente con el hacha.

Aserrado.—216. Para escuadrar los maderos rollizos con la sierra, se traza en la extremidad más delgada el mayor rectángulo que pueda inscribirse en ella y se hace otra igual de una manera semejante en el otro extremo: se tiran líneas entre los vértices de estas dos bases por medio de cordeles impregnados de almazarrón ú otro color poniéndolos tirantes: marcadas de este modo las aristas, se coloca el madero sobre dos borriquetes y con una sierra grande llamada *abrazadera* ó con un *serrucho*, se efectúa la separación de los suplementos llamados *costaneros*.

Si han de sacarse tablas, se traza su grueso en las dos cabezas, y con el cordel se señalan en las caras laterales del madero las líneas de separación para aserrar por ellas.

217. El aserrado se hace también por medio de máquinas que se mueven por una corriente ó salto de agua ó por el vapor, y algunas veces por una corriente eléctrica. Las hojas de sierra son *rectas, sin fin* y *circulares*. Las primeras están sujetas á un marco como en la de piedra *(fig. 21)* y marchan por unas correderas verticales en su movimiento que es vertical de va y ven.

La *sierra sin fin* consta de una cinta metálica con dientes de poca salida en uno de sus cantos, cuyas cintas se arrolla sobre las gargantas de dos poleas distantes lo suficiente para que tenga la tensión necesaria.

Las *sierras circulares* consisten en láminas delgadas de acero de forma circular, en cuya circunferencia están los dientes y á las que se imprime un movimiento bastante vivo de rotación.

En las máquinas eléctricas, la sierra es un hilo de platino que se pone incandescente y deja carbonizada la superficie de la sección cortada sin producir serrín.

En todas ellas avanza suavemente la madera, según se va aserrando.

Denominación de la madera.—218. En toda pieza escuadrada, se llama *tabla* su cara más ancha y *canto* la menor: el conjunto de las dos constituye su *escuadría,* la cual se expresa por medio de un producto ó de un quebrado: por ejemplo: de una pieza cuyas dimensiones en sección transversal son 22 c/m de tabla por 16 de canto, se dice que tiene una escuadría de 22 × 16 ó de $\frac{22}{16}$ c/m.

Las maderas se clasifican en cada localidad según es su longitud, su volumen ó su grueso, formando conjuntos de tipos que se llaman *marcos;* pero generalmente los constructores denominan hoy la madera por el destino que ha de tener, fijando su escuadría y longitud al mismo tiempo. Puede sin embargo hacerse la clasificación siguiente:

Grandes rollos: los que tienen más de 35 c/m de diámetro.

Rollos: los que no llegan á esta medida y tienen más de 10 c/m.

Palos: los que son más delgados de 10 c/m.

Grandes vigas: las piezas escuadradas cuyo canto es de más de 30 c/m.

Vigas: las que tienen de 30 c/m á 21.

Viguetas: las comprendidas entre 20 y 10 c/m.

Ristreles: listones gruesos de 8 á 10 c/m de escuadría.

Listones: cuando tienen de 4 á 8 c/m.

Listoncillos: si tienen menos de 4 c/m.

Tablones: las piezas cuyo ancho es de más de 20 c/m y su grueso es mayor de 3 c/m.

Tabloncillos: medios tablones.

Tablas: las que tienen un grueso de 2 á 3 c/m.

Chillas ó ripias: las que lo tienen menor de 2 c/m.

Chapas, placas: las aserradas en láminas delgadas de 1 á 3 m/m.

Propiedades y defectos.—219. En la madera cuyo duramen e distingue bien de la albura, se observa que cuanto mejor es el rimero peor es la segunda.

Las maderas son elásticas y lo son más las pesadas. Su flexiilidad aumenta con el calor y la humedad, y estos mismos agenes producen contracciones y dilataciones que deben tenerse muy resentes en los ajustes de las maderas en climas muy variables le temperatura, porque pueden ocasionar algunas veces la desrucción de sus uniones ó ensamblajes. Se ha observado que estas ariaciones ocurren principalmente en el sentido de su grueso, iendo muy poco ó casi nada en sentido de la longitud. Efecto de a contracción desigual es la torcedura ó alabeo, el cual se evita n parte secando la madera en sitios abrigados de luz y calor y in corrientes de aire. También sirve para ello la pintura.

En las maderas resinosas el calor produce la pérdida de la reina, haciendo desaparecer el enlace de sus fibras, la flexibilidad la resistencia.

Los agentes atmosféricos, la naturaleza del suelo, la influencia le parásitos y otras causas desconocidas, producen enfermedades n los árboles que luego se traducen en defectos más ó menos mportantes en las maderas. Después, por efecto de las alteriativas de calor, frío y humedad, las maderas se descompoien hasta la putrefacción exalando en este caso un olor desagralable.

220. La madera tiene *iclericia* cuando presenta manchas marillas más ó menos pronunciadas, de olor ácido y dispuestas n anillos alrededor del centro y se dice que es *recalentada* si resenta las manchas rojizas ó negras que se convierten en polvilo fino de olor nauseabundo.

La *caries* se anuncia por escrecencias vegetales y convierte la madera en una sustancia estoposa seca ó pulverulenta de color marillo pálido.

Los hielos ocasionan agrietamientos en sentido de los rádios nedulares, llamándose á esto *estrellas*. Cuando producen falta de nión entre las capas anuales, se hace la madera *colañosa* y si imiden que una capa de albura pase al estado de madera proporionan un mal muy grave que se llama de *doble albura*.

La madera se pudre parcialmente si tiene savia ó humedad orrompiéndose en sus uniones, y si están enfermas suelen recurirse de musgos, agaricos y hongos producidos por la presencia e ciertos insectos y plantas parásitas que desordenan el sistema rgánico. También la acumulación de sávia en unos puntos á cosas de otros, produce *tumores* de materia más dura y compacta, ropia para trabajos de torno y embutidos. Muchas veces esta

desorganización produce supuraciones que se corrompen fácilmente y que contaminan las partes adyacentes.

El árbol muy viejo ó *pasado* se cubre de vegetales parásitos, da una madera de poca resistencia, sumamente alterada, con poca elasticidad y propensa además á podrirse. La madera *borne* procede de esta clase de árboles.

Los *nudos*, que son el origen de las ramas ó brazos del árbol, hacen torcer las fibras á su alrededor dificultando la labra, son origen de putrefacción y debilitan la madera cuando se caen. Los que presentan un ojo oscuro llamado *ojo de perdiz*, indican la descomposición de la madera con un olor á hongo.

Hay maderas que tienen sus fibras enroscadas ó reviradas enlazadas y presentan dificultades grandes para su labra, porque son *repelosas* y el hilo se presenta en todos sentidos arrancándose con la herramienta en vez de cortarse.

También las larvas de los insectos, entre ellas la *carcoma*, hacen galerías en las maderas muy viejas, que por este defecto se denominan *picadas*.

Condiciones que debe tener la madera.—221. Según los trabajos á que se destine, debe buscarse la clase de madera más adecuada: unas veces ha de ser para obras de gran solidez, donde ha de aguantar grandes esfuerzos, y la madera debe entonces elegirse de las más duras, resistentes y elásticas; otras tiene que estar expuesta á las alternativas del aire y del agua ó sumergida en ésta, y entonces se ha de buscar la que resista á estas influencias. Últimamente, la construcción podrá ser de poca importancia ó provisional, y bastará en este caso la madera blanda.

Para los trabajos ordinarios de taller se necesita madera ligera y fácil de trabajar y resistente lo necesario para no alabearse en los cambios atmosféricos.

La madera ha de estar seca y desprovista de savia, para evitar en lo posible que se deforme y sufra otros accidentes. En obras groseras pueden sin embargo emplearse *verdes*, es decir, impregnadas de savia.

La madera sana se reconoce por el color uniforme y propio de su especie, por el olor fresco y agradable que exhala y por su sonido seco y claro cuando se golpea. Deben examinarse con cuidado por todos sus lados, descubriendo aquellos puntos que no ofrezcan gran confianza por medio de un instrumento y aserrando las extremidades si no se reconocen bien. Los nudos exigen un detenido examen para ver en qué sentido se hallan ó si están descompuestos; teniendo presente que en madera resinosa puede habérseles sustituído si estaban en mal estado con otros sanos que los almacenistas encolan con resina fundida.

Almacén ó depósito.—222. Rondelet recomienda tener los árboles derechos algún tiempo después de cortados, saliendo de este modo por sí mismos una parte de los líquidos que contienen. En nuestro país, la conducción por los ríos á su salida del monte, en piezas sueltas ó en almadias, contribuye á la desecación de la madera por disolverse ciertos componentes de la savia, lo que sucede igualmente con la sumersión en agua de mar, cuyo medio sin embargo no debe emplearse para construcciones civiles porque la madera queda impregnada de sales delicuescentes.

Cuando las maderas han de conservarse algún tiempo antes de su empleo, lo cual debe hacerse siempre que sea posible, ha de elegirse un sitio seco y abrigado lo mismo de los vientos que del calor y la humedad, pues las alternativas de estos dos agentes ocasionan la putrefacción, y la acción de aquéllos ventea la madera. Se apilan por filas sobrepuestas y separadas unas de otras mediante palos atravesados normalmente, colocados los primeros sobre el suelo para evitar la humedad de éste: se consigue así que el aire circule libremente por todas partes. De cuando en cuando hay que remover todas las piezas, y especialmente cuando se note olor acre y ácido, separando las piezas que se hallen descompuestas para que el mal no se propague, pues las enfermedades de la madera son eminentemente contagiosas.

Preservación de la madera.—223. El yeso, cuando no cubre del todo la madera, la conserva perfectamente en razón á que siendo más higrométrico que ella, se apodera de la humedad y la deseca sin podrirla y hasta la libra del fuego. La cal, si bien impide la entrada de la humedad, ataca con su causticidad la superficie de la madera, tiñéndola de un amarillo rojo que se trasmite á su interior y la descompone.

Diversos medios se han inventado para dar más duración á las maderas, preservándolas de los agentes que tienden á destruirlas. Sin embargo ninguno hasta hoy ha satisfecho completamente.

Los unos consisten en baños ó capas de betunes ó breas, y principalmente de pintura al óleo que se dan por el exterior y los otros en extraer de la madera la albúmina, la savia y la humedad é introducir ciertas sustancias antisépticas que la preserven, como el sulfato de cobre, la creosota, el ácido piroleñoso, el cloruro de cinc y otras.

Se emplea para prevenir la infección causada por los hongos y por el moho el producto llamado *antinonina,* el cual se aplica en soluciones acuosas, y asimismo se usa el aceite antiséptico de impregnacion que se vende con el nombre de *carbonyle.*

224. Se ha intentado disminuir la combustibilidad de las maderas empleando la pintura con una disolución de alumbre en

agua de cal, con pasta de amianto, con vidrio soluble (disolución del silicato de potasa ó de sosa) etc. También se inyecta tungstato de sosa en caliente, el cianuro líquido, una disolución de cal y sal, y otras sustancias.

Trabajos de carpintería.—225. La madera que sale de los almacenes ó depósitos se emplea en las obras, unas veces sin preparación alguna, otras cortándola con sujeción á ciertas medidas y más generalmente haciendo en ella ciertos cortes para enlazar y unir unas piezas con otras.

Estas uniones llamadas *ensambladuras* pueden hacer un ángulo, ser prolongación una pieza de otra formando un *empalme*, ó unirse por sus cantos ó tablas ajustándose longitudinalmente, es decir *acoplándose* unas á otras.

La entalladura ó rebaje hecho en una pieza para que otra se ajuste en ella, se llama *escopleadura* ó *muesca*, tomando el nombre de *caja* ó *mortaja* cuando el rebajo es profundo y denominándose *espiga* la parte que se adelgaza ó escasea en la otra pieza para que entre en la caja.

Taller de carpintero.—226. Cuando son grandes las piezas que se han de trabajar, tienen por su propio peso bastante estabilidad para que se las labre sin más que colocarlas sobre caballetes ó sobre las otras piezas y aun en el mismo suelo; pero no sucede lo mismo con la mayor parte de las que entran en las obras de la carpintería ordinaria ó de la ebanistería, las cuales necesitan sujetarse en el llamado *banco de carpintero.* Tiene éste en un extremo un taladro cuadrado donde entra rozando, para subir y bajar, el *corchete* con puas de hierro, que sirve de tope á las tablas que se acepillan: otros taladros redondos sirven para el *barrilete* de hierro con que se afianzan las piezas que se han de trabajar, y á un lado está fijado el tornillo, una de cuyas quijadas está en un lado del mismo banco y la otra se acerca ó separa por el manejo del tornillo para sujetar las piezas que se labran.

227. Los instrumentos que principalmente se emplean en un taller son: el *gramil* para marcar líneas paralelas á lo largo de una arista, la *escuadra (fig. 7)* que está formada de dos brazos de madera en ángulo recto, y el *cartabón* que tiene entre ellos una tabla cortada como las de dibujo y cuyo objeto es trazar ángulos de 90 y de 45°: la *falsa escuadra (fig. 13)* que con sus brazos movibles al rededor del vértice permite trazar toda clase de ángulos.

228. Para cortar y dividir la madera se emplean las *sierras de mano* que se denominan *de trasdós* si tienen fija la hoja de la sierra; el *serrucho* que es de pequeñas dimensiones con una sola empuñadura, apellidándose *de puntas ó de calar* cuando termina en

punta para introducirla por un taladro y poder aserrar un contorno en medio de una tabla. Este trabajo á mano se sustituye con el mecánico empleando aserradoras como las indicadas para regularizar ó escuadrar las maderas y sacar tablas (217) pero montadas sobre mesas y movidas por un pedal que pisa un operario, dirigiendo la tabla con las manos. Para hacer chapas está la máquina aserradora *de lámina cortante.*

229. La madera se desbasta con el *cepillo de desbaste* cuya cuchilla es ligeramente curva en su corte, ó con la *garlopa* ó cepillo grande que tiene el corte en bisel recto, con lo que también se aplanan los cantos de las tablas que han de juntarse. Las caras de la madera se alisan últimamente con los *cepillos.* Los sitios donde no pueden entrar éstos, se alisan con las *escofinas,* que tienen sus dientes gruesos y triangulares y últimamente con la piel ó papel de lija.

La madera se acepilla también con la *garlopa mecánica* cuando se trata de pequeñas piezas, las cuales se presentan á mano. Las *acepilladoras* de mayor empleo tienen las cuchillas armadas en cilindros que giran rápidamente, avanzando la madera en una armadura de rodillos que así como el resto están movidos por el vapor ú otra fuerza equivalente. Otras máquinas son de *láminas helizoidales,* que no levantan astillas ni desgarran la madera, pues actúan en una pequeña superficie.

230. Para hacer rebajos longitudinales por el canto de una tabla ó madero, se emplea el *guillame* que es un cepillo estrecho y generalmente con un reborde, espaldón ó quijada que dirige su marcha y cuya cuchilla es de un corte recto ó curvo. Para molduras ó rebajos curvos hay guillames que tienen así su cara de rozamiento.

Se rebajan las desigualdades de la madera ó se hacen grandes rebajos por medio del *hacha* y de la *azuela* que se manejan á golpes. Para abrir cajas, muescas ó entalladuras se echa mano del *escoplo, formón* y *gubia* que hacen el trabajo dando golpes en su mango con un mazo. El escoplo es una barreta rectangular de hierro acerado que termina en chaflán ó bisel y tiene un mango de madera: el formón se diferencia en que tiene el hierro más ancho y plano, y la gubia en que es de media caña, de un bisel ó dos para abrir cortes curvos y empezar agujeros.

231. La máquina de *taladrar* y *abrir cajas* de ensambladura hace primeramente agujeros y luego regulariza la caja con un formón. Las de hacer *espigas,* unas tienen sierras circulares horizontales y verticales que forman dichas espigas, y otras acepillan de un modo contínuo la parte de madera que sobra para formarlas.

Hay también máquinas para abrir surcos ó estrías, ya rectas, ya en espiral, moldear piezas y otros varios trabajos.

Medios de unir y sujetar las maderas entre sí.—232. Las juntas y ensambladuras se pegan generalmente con cola; y mientras ésta se seca y queda fuerte la unión, se mantienen apretadas las piezas, si son tablas encoladas por sus cantos, por medio de las llamadas *cárceles* ó *gatos* que son unos ristreles ó listones fuertes con un codo en uno de sus extremos y una pieza ó taco que corre á lo largo de aquéllos para sujetar las tablas encoladas; y si la unión es entre otra clase de piezas, se aprieta con la *prensa* que se compone también de dos barrotes cogidos por dos tornillos de madera entre los que se colocan las piezas encoladas para apretarlas.

233. Para introducir fácilmente los clavos ó tornillos que aseguran la unión de las maderas, y especialmente si éstas son duras, ó para evitar que se rajen, se hacen previamente taladros más estrechos, empleando las *barrenas ordinarias*, las *salomónicas* ó el *berbiquí*, según hayan de ser estrechos ó anchos. Muchas veces, la punta de los clavos se hace que sobresalga de la madera para remacharla dando más seguridad á la unión.

Cuando se emplean pernos, se interponen entre las cabezas ó tuercas y la madera, unas rodajas de hierro de mayor diámetro, para que la madera no sufra, empleándose varias rodajas cuando es grande la presión, y si se teme que una tuerca se afloje se coloca una contratuerca ó una chaveta que impida el giro de la tuerca.

Curvatura y torneado de las maderas.—234. Si la resistencia que han de oponer es de poca importancia, se hace la figura curva sobre piezas rectas aserrándolas según una plantilla, lo que las debilita, pues se cortan las fibras de la madera.

Se encorva la madera obligándola á plegarse contra una armazón que dé la curvatura deseada, humedeciendo la cara exterior que ha de alargarse y calentando la opuesta ó interior y también sujetando un extremo de la madera dispuesta horizontalmente, y cargando el extremo con pesos, humedeciéndola de todos modos con agua caliente.

Cuando la curvatura ha de presentar gran resistencia ó es muy pronunciada, se da flexibilidad á la madera sometiéndola á la acción del agua hirviendo ó del vapor, en calderas á propósito, y también enterrándola en arena caliente que se riega constantemente con agua hirviendo. Después se la obliga á plegarse contra pilotes hincados verticalmente en tierra, según la curva que se desee, á los que se ata hasta que se seca.

235. Cuando las piezas de madera han de presentar una su-

perficie curva, se labran en el torno que como el de hierro (207) puede ser de puntas ó de aire. Después de torneadas, se alisan las piezas con cuchillas ó con papel de lija.

ARTÍCULO III.

De varias sustancias vegetales que se emplean en construcción.

Paja, juncia y esparto.—236. Se emplea la primera en los cobertizos para ganados, chozas, talleres provisionales, etc. La preferible es la de centeno por ser más dura y más larga que las demás.

La *juncia,* que es una planta de vástagos triangulares, sirve también para techumbres rústicas y para hacer sogas, aunque son de poca vida y resistencia.

El *esparto* tiene un gran empleo para fabricar sogas, soguetas y tomizas, y también para hacer espuertas.

Lino y cáñamo.—237. Estas dos sustancias nos proporcionan las telas algunas veces empleadas en construcción, especialmente el cáñamo que tiene un gran uso en cordelería, en la cual hay varias clases, según es su grueso, denominándose *hilo, guita, bramante, cordel, cuerda* y *maroma.* Se llaman *blancas* aquellas cuyo cáñamo no ha sufrido ningún engomado, y *embreadas* las que tienen sus elementos empapados en brea para preservarlas de la humedad. Estas tienen sin embargo el inconveniente de que ocultan la mala calidad del cáñamo y que tienen menos resistencia que las blancas.

El color indica la calidad de una cuerda. Si es oscuro ó manchado, indica haber sido mojada y empezado su putrefacción. Así que, deben desecharse las que se presenten con moho, podridas ó descompuestas, buscando las que mejor color gris perla presenten.

Pita, yute, abaca, bambú y bejuco.—238. Los filamentos ó fibras de estas plantas se emplean en la fabricación de cuerdas.

Los hilos que dan las hojas ó tencas de la *pita* son gruesos, de color blanco ó blanco gris y lustrosos, y sus cuerdas tienen menos resistencia que las de cáñamo.

El *yute,* procedente de un arbusto, tiene las fibras de amarillo sucio ó gris, son bastante resistentes pero duran poco en la humedad.

El *abacá,* que se saca de las hojas de un árbol, se emplea en cuerdas que sustituyen á las de cáñamo

La caña espina del *bambú* produce también unas fibras que se aprovechan para cordelería.

El *bejuco*, cuyo diámetro es de 1 á 4 m/m y aun más, se emplea como cuerda por su gran tenacidad.

Caña, cañizo, cestería.—239. Son las cañas de inmensa utilidad para formar cielos rasos, suelos, tejados y empalizadas ó cerramientos provisionales y tabiques.

Se emplean enteras, partidas longitudinalmente en segmentos circulares ó formando un tejido con hilo ó con ellas mismas, combinadas las enteras con las partidas.

En todo caso, debe limpiárselas de la hoja, cuya operación, así como las subsiguientes que puedan despedir polvo, deben hacerse en sitios ventilados, pues de hacerlo en lugares cerrados, producen fuertes irritaciones á los trabajadores, y en algunos casos las padecen con el contacto de las manos si no tienen cuidado de lavárselas ó limpiárselas.

Se fabrica con las cañas partidas y con hilos de cáñamo un tejido que se amolda perfectamente á todas las inflexiones de un techo para hacer cielos rasos, y se hacen también unos zarzos ó tejidos llamados *cañizos*, de 2^{m} de longitud por 1^{m} de anchura próximamente, formándolos de cañas enteras enlazadas y entretejidas por medio de otras partidas ó rajadas en el sentido de su longitud.

240. La caña, así como las tiras de madera correosa, sirven para fabricar *cestos;* pero especialmente se emplean para este objeto el mimbre, que es sumamente flexible, y las varas de abedul, sauce, avellano y olivo.

Las espuertas se hacen de estos materiales y también de esparto y palma.

Productos varios vegetales.—241. Con los residuos de la fabricación de tapones ú otros objetos de corcho, que es la corteza del alcornoque (**211**), se forman ladrillos y baldosas que pueden tener muchas aplicaciones por su poco peso y por su cualidad de no dejar paso al frío ni á los ruidos. Para ello se reducen á polvo grueso como el serrín y se aglomeran por medio de una sustancia glutinosa ó de mortero, dándoles la forma de ladrillo, el cual se deja secar para su empleo.

Con aserrín de madera y una sustancia mineral pulverizada, se fabrica una mezcla que se somete á una gran presión, obteniéndose el producto llamado *xilolita*, que resulta duro, tenaz, incombustible, resistente á la humedad y á las influencias atmosféricas y que reune las cualidades de la madera y de la piedra, pudiendo ser aserrada, torneada, cajeada, barrenada, etc. Se fabrica en forma de baldosas de 7 á 30 m/m de grueso, con una extensión hasta de un metro cuadrado.

El *cartón-piedra* que se emplea para hacer molduras, adornos

y estatuas, está formado con una pasta de papel, cal, arcilla, cemento y gelatina, y también con 3 partes de pasta de papel, 2 de cola fuerte y 2 de tierra bolar blanca á lo que se agrega á veces aceite de linaza.

Telas y cartones impermeables.—242. Para proteger las construcciones de la humedad y de las lluvias, se fabrican varias telas y cartones más ó menos impermeables, los cuales por su flexibilidad se adaptan á todas las superficies.

El cartón puede hacerse impermeable de la manera siguiente: se mezclan de 5 á 6 partes de resina de buena calidad y 1 de manteca ó sebo y se calienta hasta que se derrite. El cartón preparado con un baño de vapor se sumerge en la mezcla anterior y se pasa por un laminador para quitarle el exceso de líquido.

La industria presenta ya fabricados varios productos como los asfálticos (**160**) y los siguientes.

La *lona*, el *cartón* y el *papel* de *Villesden* se hacen impermeables dándoles un baño de una disolución de óxido hidratado de cobre en fuerte amoniaco líquido y pasándola después por tambores como en las fábricas de papel. Puede obtenerse el grueso que se quiera juntando varias lonas así preparadas y prensándolas.

El *cartón Ruberoid* está formado por lana fieltrada que se impregna de una pasta y se prensa haciendo el producto impermeable, elástico é inalterable á los cambios de temperatura. Tiene color de pizarra, puede pintarse al óleo y se fabrica de varios gruesos, con un ancho de $0^{m}915$.

Análogo á este cartón parece ser el *Paroid* que se presenta en rollos de $20\ m^2$ así como el llamado *techado Congo Roofing*.

El *fieltro asfaltado* de *Andersón* para cubiertas, se fabrica con ó sin capa de arena, pudiendo barnizarse el primero con una mezcla de brea hirviendo y cal tamizada, la cual se aplica con un cepillo, espolvoreándose después con arena fina y seca. Se fabrica también para cimientos y para ponerlo debajo de la pizarra ó cubiertas metálicas, á fin de igualar la temperatura y amortiguar el ruido.

El *cartón cuero* se fabrica de materias especiales combinadas con sustancias químicas, de que se impregnan bien y que una vez colocado puede pintarse del color que se quiera. Se ofrece en rollos de 12^{m} de longitud por $0^{m}70$, $0^{m}80$ y $1^{m}00$ de anchura.

El *cuero arenado* es de color negro, con una cara lustrosa y otra arenosa, y de un grueso de 2 á 3 m/m que se aumenta después de colocado, dándole una mano de la preparación que le sirve para fabricarlo. El cuero arenado se presenta también en forma de *tejas* llamadas *irrompibles*, de $0^{m}52$ de ancho y largo, con

un grueso de 4 á 5 milímetros, cada una de las cuales tiene una canal plana y una cobija cónica.

El *lincrusta-Walton* se presenta sobre papel ó tela en rollos de 0m50 de anchura, con variedad de dibujos en relieve, habiéndolas también lisas. Es impermeable y puede lavarse con agua de jabón y con ácidos desinfectantes, siendo su uso en decorado de paredes, techos y puertas.



SECCIÓN SEGUNDA

EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Preliminares.

Edificación y sus partes principales.—243. Tiene por ob-
;o la edificación, limitar horizontal y verticalmente un espacio
ımado *solar*, empleando para ello los medios que ofrezcan la
ayor solidez y duración posibles. El primer objeto se consigue
ır medio de paredes ó apoyos, y el segundo con la techumbre ó
cho. Si hay varios pisos, el techo del inferior sirve de suelo al
encima.

244. La base firme y duradera sobre que debe descansar un
lificio, se encuentra casi siempre por bajo de la superficie del
rreno, y precisa, por tanto, una construcción enterrada que se
ıma *fundación* ó *cimiento*. La edificación superior consta de
ıs partes: una el *cuerpo* de la obra y otra la *coronación* ó *cu-
erta.*

Situación y orientación.—245. Cuando hay espacio para
ıuar donde se quiera el edificio, debe escogerse un terreno ele-
ıdo, de roca ó grava mejor que de arcilla ó tierra, las cuales
nservan las aguas pluviales dando lugar á que se descompongan
fermenten las substancias vegetales y animales, y á mantener
ımeda la construcción impregnándola de miasmas fétidos.

La orientación de la fachada debe fijarse de manera que el
l bañe por igual en todas partes, llegando la luz directamente
l cielo. Las diferentes condiciones climatológicas aconsejan como
ás conveniente la orientación al Sudoeste en los climas septen-
ionales, y la del Nordeste en los meridionales.

Conviene que el terreno donde se emplace un edificio tenga
;era pendiente para que escurra las aguas. Se allanan las des-
ualdades en el interior para que presente un plano horizon-
l, pudiendo aprovecharse los desniveles para ciertas depen-
ıncias.

División del solar.—246. La distribución de un edificio tie-
que subordinarse al destino que ha de tener, á la figura del so-
r y á sus fachadas, y si ha de servir de vivienda, á las condicio-
s climatológicas y costumbres del país, sin olvidar la salubridad

que exige luz y ventilación principalmente. El solar, de todos modos, se divide en partes *cubiertas* para habitar ú otros usos que no pueden hacerse á la intemperie, y en otras *al descubierto*, llamadas *patios* ó *corrales*, cuyo objeto es dar luz y ventilación donde no pueden proporcionarse por las fachadas.

Aunque, según sea el destino de un edificio, así se divide para su mejor ordenación y disposición interior, la naturaleza y dimensiones de los materiales que han de cubrirlo obliga, por regla general, á dividir el área por líneas ó paredes paralelas casi siempre á las fachadas, formando espacios de anchura uniforme llamados *crujías*, las cuales se denominan *primera*, *segunda*, etc., á partir de dicha fachada. En edificios de habitación, la anchura de las crujías varía entre tres y cuatro metros y medio.

Replanteo.—247. Explanado el terreno se procede al *replanteo*, es decir, á fijar la situación de las paredes con arreglo á los planos, determinando primero por medio de un cordel tirante que se fijará por sus extremos á dos estacas ó piquetas, una alineación principal que puede ser la fachada, y otra perpendicular á ella que sirva de eje para referir á ella todas las medidas, cuidando de clavar los piquetes fuera del alcance de los trabajos, á fin de que ni estorben ni haya riesgo de que puedan moverse. Se fijan después los espesores ó anchura de cimientos, valiéndose también de cordeles tirantes, según los cuales se marcan ó rozan en el terreno para hacer la excavación. Mejor es fijar el ancho en tablas *t t* (*fig. 46*) clavadas horizontalmente en los costados de las estacas.

Los cimientos de base curva se replantean trazando las líneas interior y exterior por medio de un cordel ó alambre tirante horizontal como radio.

Para la cimentación de los apoyos aislados es mejor fijar los centros de éstos y determinar después las otras dimensiones; y si los apoyos han de formar más de una fila y han de estar alineados unos con otros, se determinan los centros dichos por medio de la intersección de cordeles tendidos en la dirección de las líneas que se cruzan.

El replanteo se repite después de rellenar los cimientos para marcar el espesor de las paredes y cuantas veces cambian éstas de forma é espesor, distinguiéndose por esto en replanteo de cimientos, de planta baja, de principal, etc.

Es importante medir horizontalmente las distancias; y para evitar los errores que resultan de tomar medidas parciales á continuación unas de otras, es muy conveniente fijar el extremo de la cinta con que se mida, y sin moverla marcar las dimensiones parciales para lo que se van sumando todas al origen.

Pisos de un edificio.—248. El piso denominado *bajo,* tiene unas veces su entrada al nivel ó poco menos del terreno exterior, y otras sobre él, salvando el desnivel por medio de una gradería ó escalinata. En este caso, generalmente, este piso tiene otro debajo que es el *sótano,* el cual recibe luz por la diferencia de altura entre su techo y la superficie del terreno exterior, llamándose *entresuelo* al piso cuando la diferencia es de dos á tres metros.

Sobre el piso bajo se establecen más ó menos pisos, según el clima, costumbres y necesidades de la localidad donde se edifica. El inmediatamente superior al bajo se llama piso *primero, principal ó noble,* tomando las denominaciones de *segundo, tercero,* etc., los siguientes. Entre el bajo y el principal se acostumbra disponer otro de poca altura denominado entresuelo.

El último piso ó más superior, cuyo techo es la cubierta y que es de poca altura en su parte más baja, es el *desván.*

Clasificación de las obras.—249. Con el nombre genérico de *obras de arte,* se comprenden las distintas clases de obra que constituyen una edificación ó monumento, ya se formen de materiales pétreos ya lo sean de los vegetales ó metálicos, sin perjuicio de designar por *obra de fábrica* la construída con piedras naturales ó artificiales y por *obra de madera ó de hierro* las que se ejecutan con estos materiales.

Las *obras de fábrica* pueden ser *de cantería* cuando en su ejecución se emplean principalmente las piedras labradas, y *de albañilería* si entran los demás materiales pétreos ó térreos en su composición.

La *obra de madera* ó sea la *carpintería,* se divide en dos secciones: la *de construcción ó de armar* que comprende todo lo que en los edificios forma una parte integrante ó de importancia sin exigir una labra fina, y la *de taller* ú *ordinaria* que proporciona una obra de labra ya fina, denominándose *fija* la que se clava ó recibe con mezcla en el edificio, y *movible* la que tiene esta cualidad. La *ebanistería* que facilita la ornamentación y embellecimiento emplea maderas finas, fijándose generalmente en armazones de la carpintería de taller.

Las *obras de hierro* son objeto de varios trabajos, como se ha visto al hablar de los productos férreos. Los *herreros* terminan la obra, labrando el metal á la medida que ha de tener en la obra y lo colocan en ella. El herrero es *en grueso* si trabaja exclusivamente en obras gruesas, como balcones, rejas, etc., y *cerrajero* si sólo hace cerraduras.

Tenemos además como auxiliares de la construcción la *hojalatería,* cuyos operarios trabajan con las planchas de plomo, de zinc, de latón ó de hoja de lata y emplean también el cristal ó vi-

drio. Asimismo intervienen en la construcción el fontanero y el tornero para establecer tuberías y facilitar ciertas piezas, y hasta el lampistero, calderero y otros varios en ciertas circunstancias.

Despezo ó despiezo de una obra y montea.—250. Como no es posible hacer la obra monolita ó sea de una pieza, se *despieza*, es decir, se fracciona en partes de modo que al unirlas resulte el monolito. Para esto se hace en tamaño natural el trazado del fraccionamiento, al cual se llama *montea* y se figura el conjunto de la obra con los principales detalles necesarios para su ejecución.

La bondad del despiezo, que también se llama *aparejo*, depende de la regularidad y gracia en las formas y sobre todo de la solidez de los resultados. Para atender á este doble objeto, se suele hacer un despiezo *real* (oculto), y otro *aparente* (á la vista). En todos casos, es preciso que la masa dividida por la montea sea producida, no solo con las formas que la constituyen, sino con la estabilidad que ella hubiera tenido sin la división.

251. El trazado ó dibujo que constituye la montea, se hace en un muro ó en el suelo, previamente alisado, valiéndose de reglas ó escuadras para las rectas, y de un cordel ó alambre rígido y tirante para las curvas, que cuando son de pequeño radio pueden hacerse con el compás de vara, que es una regla con una punta en un extremo para fijarla en el centro del arco, y una corredera con lápiz ó puntero para marcar la curva. Se emplea también una regla delgada y flexible llamada *cercha* que doblándose forma la curva, de la que antes se han fijado tres puntos. Las elipses se trazan con un cordel ó bramante del largo del eje mayor cuyos extremos se fijan en los focos, señalándose la curva con un lápiz ó puntero que se corre cuanto la tirantez de la cuerda permite, pues toma la dirección de los radios vectores que determinan los puntos de la elipse.

De la montea se sacan las *plantillas* hechas de cartón, hoja metálica ó tabla, con la figura que ha de tener cada pieza en la obra, las cuales sirven para cortar ó labrar los materiales, adoptándolas á ellos en condiciones dadas.

CAPÍTULO I.

De los cimientos.

ARTÍCULO I.

De los cimientos y terrenos para fundar.

Clasificación de los cimientos.—252. Las fundaciones ó imientos se dicen *ordinarios* si se establecen en terreno seco onde es fácil excavar hasta encontrar un suelo suficientemente ólido sin que lo impida el agua, ó *hidráulicos* cuando estos trabajos se tienen que ejecutar en terrenos llenos de filtraciones y ıanantiales ó que se hallan cubiertos de agua.

Condiciones del terreno de fundación.—253. Ante todo ay que asegurarse de que el terreno sobre que se va á fundar, ıuede resistir el peso de la construcción y que la obra del cimiento no puede hacer movimiento alguno, evitando que los materiales e escapen, y de que haya asientos desiguales debidos á que la arga se reparte desigualmente, lo cual produce desgarramientos ó rietas en la construcción superior.

Las condiciones que el terreno sobre que se haya de fundar lebe tener, son: *incompresibilidad, dureza* y *coherencia, inalteabilidad á la acción del aire y del agua* é *impermeabilidad.*

El medio mejor de apreciar la *incompresibilidad* de un terreıo es cargarlo durante algún tiempo con un peso dado y observar el asiento que su superficie experimenta; mas como esta operaıión es lenta, embarazosa y difícil de ejecutar, se suple con la observación de los efectos que causa el choque de un cuerpo duro y pesado, lo cual no puede dar más que ligeras indicaciones. Al hacer esta observación debe tenerse muy en cuenta que ciertos terrenos de turba, fangosos y de arcilla blanda se conducen con el choque ó carga como los líquidos, es decir, que se separan del punto donde obra la carga, levantándose á su alrededor ó escapándose á los vacíos ó puntos fallos que se lo permiten, cuya circunstancia es sumamente peligrosa y difícil de conocer, pues el choque produce únicamente una depresión instantánea, que desaparece así que deja de obrar la carga.

La *dureza* y *coherencia* de un terreno se aprecian por la dificultad que opone al pico ó á una barra ó pilote cuando se le quiere clavar. No obstante, la elasticidad del terreno absorbiendo la fuerza del choque, puede anular en gran parte los efectos de éste, como sucede en ciertos bancos de turba, que aunque muy blandos y poco coherentes, oponen á la hinca de los pilotes una resistencia considerable.

Inspeccionando los cortes del terreno, la clase de formación que tienen los aterramientos y los efectos que causan las aguas, podrá apreciarse la fuerza que opondrá un terreno, tanto á la intemperie como á la acción del agua; teniendo presente que algunas rocas se descomponen rápidamente con la exposición al aire, y especialmente los esquistos arcillosos y hulleros.

La *permeabilidad* es una mala cualidad porque al atravesar el agua al cimiento descompone el mortero, lo deslíe ó le da malas propiedades, y, aspirada después por la fábrica de las paredes produce el salitre, el cual ejerce su acción contínuamente. Son impermeables en lo general, las rocas compactas, las arcillas plásticas y las tierras arcillosas, aun cuando es preciso evitar que por las grietas ó juntas encuentre paso el agua, pues que estas filtraciones aumentan tanto más rápidamente cuanto mayor es la carga de agua y menor la cohesión del terreno.

En general reunen condiciones para la buena cimentación los terrenos de roca, arcillosos, pedregosos ó de grava cuando no están empapados en agua ó expuestos á su influencia; y en fin todos los terrenos vírgenes, es decir, que no han sido removidos.

Son malos terrenos los constituídos por arena ó por arcilla blanda, la tierra movida ó de acarreo y la pantanosa.

Los terrenos arcillosos ó poco húmedos son casi siempre duros y resistentes, pero si se mojan pueden pasar al estado plástico, al menos en cierto espesor. Los arenosos son incompresibles si están encajonados ó en grandes masas, pues de otro modo no ofrecen ninguna cohesión.

Reconocimiento del terreno.—254. Antes de establecer una obra, debe atenderse á su situación ó emplazamiento, observando si se halla en medio del agua ó en un sitio seco, si está en la pendiente de una ladera, en el extremo de una meseta ó en medio de una llanura. Luego, hay que asegurarse de si en la extensión y profundidad que la obra debe ocupar, es el terreno de la misma naturaleza y con las mismas propiedades y cual es el espesor, naturaleza y cualidades de las diferentes capas.

Los pozos de las inmediaciones, los cortes del terreno sean naturales ó artificiales, darán indicios de la formación del mismo, no debiendo perderse de vista en este punto, que las capas que lo

›onstituyen varían de espesor y aun desaparecen en algunos pun-
;os, que es variable su cohesión y dureza y que pueden presentar evantamientos, fallos ó bolsas llenas de diferentes sustancias. Asimismo, es preciso averiguar si en épocas anteriores ha sido ·emovido el terreno, si se han hecho excavaciones que después ıan sido rellenadas ó se han abierto minas para la explotacien de ›iedras, arenas, arcillas, etc.

Las noticias que los albañiles del país pueden dar sobre las 'undaciones de los edificios próximos, deben tenerse muy en cuen-
;a para comprobarlas con la observación de si los muros están á ›lomo todavía y si no han hecho ningún movimiento indicado por ;rietas.

Se reconoce algunas veces el terreno por *rebote* dando golpes ›n el suelo con un madero, el cual si despide un sonido seco y ›laro indicará que el terreno es firme y macizo, pero no si el so-
ıido es sordo y no se hallare mucha resistencia, pues en este caso ;erá señal de ser de mala calidad.

De todos modos, es muy conveniente practicar de trecho en ·recho, en la extensión que ha de abrazar la obra, pozos ó sondeos nuy profundos para averiguar cual es el espesor de las capas fir-
nes que se encuentren, y por lo tanto, la resistencia que podrán ›poner y asegurarse además de si hay debajo de ellas tierra de nala calidad ó socavones que puedan comprometer la estabilidad le la obra.

Calicatas ó sondeo.—255. Para sondear el terreno que es o que se llama hacer calicatas, se emplea la *sonda* de *fundación* ; *tienta aguja, (fig. 47)* consistente en una barra larga de hierro erminada en punta, con unas pestañas *B, B,* y reforzada por el ›xtremo opuesto con una cabeza redondeada provista de unos ıgujeros que sirven para colocar unos brazos ó palancas *aa,* que 'aciliten el giro cuando haya de extraerse.

Antes de hincarla en el terreno á golpe de mazo, se untan de ;ebo las pestañas *B, B,* y una vez introducida lo conveniente, se ;aca haciéndola girar con las palancas *aa* para que aquéllas sal-
;an llenas de tierra. Repitiendo esta operación á cada $0^{m}30$ de ›rofundidad, podrá formarse idea de la clase de terreno que la ;ienta-aguja vaya atravesando.

El extremo que se introduce en tierra puede tener la forma le la *fig. 48* ó la de una barrena ordinaria, en cuyo caso entra lando vueltas y no á golpes.

Para profundizar más de $1^{m}70$ la sonda tiene la cabeza inde-
›endiente, empalmándose todas las piezas á rosca *(fig. 49)*. La ›peración necesita una cabria, y cuando la sonda ha penetrado $)^{m}40$ se saca tirando de la cuerda.

Cuando se encuentra una capa de piedra, se coloca en la extremidad de la sonda un *cincel ó trépano (fig. 50)* que ha de obrar por percusión, dándola vueltas al mismo tiempo, y si el terreno es deleznable y húmedo se introduce la *cuchara* de *válvula (fig. 51)* que se abre al entrar para dar paso á la tierra ó fango y se cierra por su propio peso al sacarla llena.

Para extraer algún trozo de varilla cuando se rompe dentro del agujero, se emplea el *caracol (fig. 52)* haciéndole bajar algo más que el primer refuerzo de rosca, al cual tiene que abrazar dándole el giro conveniente, y una vez conseguido, esta herramienta arrastrará consigo la parte de sonda que hubiere quedado en el taladro.

256. Algunas veces, el terreno es tan deleznable, como sucede en los fangosos y arenosos, que inmediatamente que se saca la sonda se vuelve á cegar el agujero, y es entonces preciso valerse de un madero bien derecho, horadado en toda su longitud, para poder contener la tienta aguja: el extremo inferior del madero se guarnece de hierro en forma de corte para facilitar su introducción, la cual se ejecuta golpeándolo con una maza. Cuando se ha introducido en el terreno todo el madero se empalma otro, cosa algunas veces difícil cuando la profundidad es considerable. En este caso, los pilotes se sustituyen con tubos *(fig. 53)* formados de tablones sólidamente unidos unos á otros, y provistos (como el pilote) de un corte de hierro en su parte inferior. Se hincan en el terreno á golpe de maza, extrayendo las tierras del interior por medio de cucharas parecidas á las empleadas en los barrenos *(figura 4)*. Hincado un tubo se le empalma otro, como indica la *figura 54*, fortificando la unión con abrazaderas de hierro *aa*, *bb*; y cuando ya el terreno no consiente la hinca, se introduce un segundo tubo dentro del anterior *(fig. 55)* de modo que sus paredes exteriores rocen con las interiores de aquél, continuando así con otro si es necesario.

Para evitar que se desconcierten los tablones con el golpe de la maza, se coloca (mientras dura la hinca) un tapón encinchado *(fig. 56)* labrado de manera que los espaldones *aa*, *bb* se ajusten y apoyen exactamente sobre las caras y cantos de los tablones.

257. La maza para clavar las sondas y pilotes puede ser un trozo de tronco *(fig. 57)* de unos 100^k de peso, reforzado con cinchos de hierro *cc*, y con varios pies *P*, *P*, ó asas de hierro, para levantarlo. Con el objeto de que su uso sea más seguro, está horadado por su centro para que pueda pasarle una varilla vertical que le sirva de guía en la subida y bajada: la varilla debe sujetarse en el centro de la sonda ó pilote que se quiera clavar.

258. Al ejecutar todas las operaciones de una calicata, debe tenerse cuidado de que las piezas de la sonda se hallen en buen estado, desechando las que golpeadas con un martillo den un sonido sordo y cascado, pues esta precaución podrá evitar que se rompan durante la operación, ocasionando gastos y dilaciones.

Asimismo, con el objeto de impedir que ningún cuerpo extraño, como piedras, se introduzca en el agujero destinado á la sonda y dificulten su maniobra, se hace la operación sobre un tablero en cuyo centro haya un agujero, y se dispone una rodaja de cuero ó paño que se ciña á la sonda, interceptando así la entrada de tierras, piedras, etc.

Cuando haya que extraer algún pilote ó tubo, puede echarse mano de una larga palanca ó del tornillo *(fig. 58)*, agarrando el pilote con una cuerda y una clavija pasada al pilote ó con dos anillos de hierro en forma de cruz como indica la *figura 59*.

Anchura de cimientos.—259. El espesor que se da á los cimientos es mayor que el de la obra que ha de sustentar y varía según es el peso de ésta, la clase de fábrica de que se forme el cimiento y las condiciones del terreno en que haya de descansar.

El exceso de esta anchura sobre el espesor de los muros se llama *zarpa*, y se da á un lado de la pared ó se reparte entre los dos, atendiendo á que la resultante de la fuerza que comprime encuentre en el medio al cimiento y la carga se reparta con uniformidad, especialmente si el terreno es compresible, bastando si no lo es, que la resultante caiga en el plano de la fundación y á la distancia de las aristas exteriores que exija la resistencia de la fábrica de cimientos.

260. Como auxiliar importante para la construcción de cimientos, profundidad que debe darse á las excavaciones de sótanos y demás obras subterráneas, está la fijación de varios puntos de nivel que correspondan al enrase de cimientos, el cual se halla generalmente unos $0^{m}10$ más bajo que el terreno. Estas circunstancias se practican con un instrumento á propósito cuando la obra es de gran extensión, y cuando no, con reglones *rr* *(fig. 60)* que se ponen horizontales con el nivel de aire *A* ó con el de albañil *B*, el cual indica que los puntos *r*, *r* se hallan á nivel cuando la plomada coincide con la línea *on* perpendicular á la *rr*.

ARTÍCULO II.

Cimientos sobre buenos terrenos.

Cimientos sobre roca ó terreno firme.—261. Cuando la superficie del terreno es horizontal y de roca inalterable á la acción de la intemperie, la obra puede empezarse á elevar inmediatamente sin necesidad de cimiento. Sin embargo, presenta por lo común, desigualdades que deben desaparecer rebajando las prominencias para formar un plano horizontal á una profundidad de unos 30 c/m. Se pueden también rellenar las sinuosidades con hormigón bién apisonado ó con otra fábrica, para obtener un plano horizontal superior á las mayores protuberancias de la roca.

262. La disposición de la roca puede ser, según un plano inclinado á lo largo del cimiento, y entonces se hacen planos horizontales escalonados. Si la pendiente es transversal al muro, los escalones lo son también ó se hace un empotramiento como el de la *fig. 61.* También la ladera puede ser un escarpe *(fig. 62)* en donde las capas superiores *A A* se hallan expuestas á resbalar con el peso de la obra; y en este caso se hace preciso abrir una caja lo suficientemente profunda para que la base *cd* descanse sobre los bancos que quedan enterrados en la parte inferior *e,* y no puedan por lo tanto resbalar: en este caso conviene disponer la base *cd* algo inclinada contra los cortes de las capas. Puede contenerse el resbalamiento de la fábrica sujetándola por medio de barrones de hierro *ab,* los cuales se abren por el extremo que empotra en las capas de piedra y en el medio de cuyos brazos se introduce una cuña *(detalle Z),* con la que se aprietan contra la peña, sujetándola en esta posición con plomo derretido, mortero hidráulico ú otras mezclas. El extremo que se introduce en la fábrica se dispone en cruz para que abarque bien el muro. El hierro puede, sin embargo, oxidarse con la humedad de la misma construcción y perder fuerza este engrapamiento.

Algunas veces, la peña del escarpe se altera con la intemperie y se la defiende con un revestimiento de piedra en seco ó con un muro.

263. Sucede también que la roca se halla cortada en algunos puntos como en *A (fig. 63),* ó que el relieve del terreno es muy accidentado como en *cbdef,* y entonces con el objeto de economizar material, se hacen arcos de resalva *R* que crucen el espacio *A* comprendido entre una peña y otra; ó si la distancia es grande, se apoyan en cepas ó machones *M* edificados sobre terreno firme.

Hay casos en que el terreno tiene socavones debajo *(fig. 64)* y es entonces preciso, si las capas *aa* que los cubre no tienen la resistencia necesaria, rellenar el hueco con fábrica ó establecer verticalmente y debajo de los principales puntos de apoyo *P* pilares subterráneos *M.*

264. Cuando el terreno en la superficie no es roca, pero sí bastante firme para aguantar el peso de la construcción, podría construirse inmediatamente sobre él; pero como dicha superficie varía con frecuencia ya por el desgaste que le ocasionan las lluvias ó por otros accidentes, es preciso precaver la obra de esto, y para ello se hacen cimientos de 0^m5 lo menos de profundidad para que la obra no quede con el tiempo descarnada ó descalzada por su base.

265. Como se ve, la solidez de los cimientos ó la estabilidad de la obra no dependen de su profundidad, sino de la firmeza de la base en que descansan.

Apertura de cimientos y sótanos.—266. Las excavaciones se ejecutan con azadas ó azadones, según que el terreno es más ó menos flojo y con zapapicos *(fig. 65)* y piquetas *(fig. 66)* si es muy duro, arrojando fuera de la zanja los productos por medio de palas y luego con espuertas que se elevan con sogas y poleas ó tornos. También se extraen con carretillas disponiendo planos inclinados de salida. Las tierras extraídas han de arrojarse lejos de los bordes de las zanjas para que su peso no produzca desprendimientos del terreno.

267. Al abrir las zanjas, sucede muy comunmente atravesar capas de terrenos removidos ó de poca consistencia, que se desmoronan con facilidad cuando se les corta verticalmente y hay que contener este efecto acodalando ó apuntalándolas, para lo que se colocan tablones *A, A (fig. 67)* contra las paredes, los cuales se sostienen por la presión que en ellos ejercen los *codales C, C,* apretándolos por medio de palancas y no á golpes, pues pudieran conmover el terreno.

Cuando se trata de excavar un gran espacio, se hace el apuntalamiento colocando horizontalmente á lo largo del terreno cavado tablas ó tablones *B, B (fig. 68)*, separados unos de otros más ó menos según sea la consistencia del terreno, los cuales se sostienen inmediatamente por otros verticales *A, A* que se apean con los puntales *P* para mantenerlos aplomados. Si la excavación es profunda habrá que colocar una segunda fila de puntales *P' P'*, que se fijarán como los anteriores y se unirán con ellos por medio de cepos ó manguetas *C, C.* También se disponen verticales las primeras tablas sobre tablones horizontales que son los que se apuntalan. Estas precauciones deben tomarse siempre que una excava-

ción se profundice más de 3 á 4^m aun cuando el terreno tenga consistencia.

Si durante el trabajo ocurre algún desprendimiento, se rellena el hueco que resulte con haces de ramaje flexible ú otro medio análogo, y para prevenir desgracias, deben vigilarse constantemente los bordes de las excavaciones, pues antes de ocurrir un desprendimiento de tierra se abren grietas en el terreno.

268. Como no quedan desde luego completamente verticales las paredes de una excavación ni bien igualado su fondo, se refinan ó *peinan* después por peones especiales, quitando también al fondo, ó sea al terreno firme, la costra superior que siempre es imperfecta en su formación, y por lo tanto floja.

Ejecución de los cimientos.—269. En esta construcción deben ponerse los mayores cuidados, por más que no sea así en la generalidad de los casos. Se construyen los cimientos encajonados en las zanjas cuando las paredes de éstas tienen la suficiente consistencia y se han peinado bien: si no es así, se precisa que el albañil tenga cuidado de subir bien aplomo la fábrica.

En algunas partes se rellenan las zanjas de *mazacote*, que es una mezcla de cal, arena y casquijo: en otras se forman con materiales mejor ó peor colocados por capas, cuyos huecos se rellenan de mortero apisonando después fuertemente para que hagan el menor asiento posible.

En buena construcción se empieza la fábrica extendiendo con la paleta *(fig. 69)* una buena capa de mortero, que conviene sea hidráulico por la humedad á que ha de estar expuesto, y sobre ella se sienta una hilada de piedras grandes ó carretales lo más planas posible por la mejor base que tengan, acuñándolas bien para que queden firmes y no tengan movimiento: en seguida se vierte mortero en los huecos, introduciendo en él otras piedras más pequeñas ó tasquiles y también trozos de ladrillo recocho que es lo que se llama *enripiar:* se riega luego, y con un pisón cilíndrico de madera y no cónico, se apisona fuertemente esta hilada ó banco hasta que el mortero rebose por encima, obligando así á las piedras á formarse una cama estable y de buen asiento. Se extiende después otra tongada de mortero y se repite el asiento de otra hilada de piedras de manera que cubran perfectamente las juntas de las inferiores, es decir, que estén *á juntas encontradas*, ripiando y apisonando del modo dicho hasta llegar á flor de tierra; y entonces se *enrasa*, es decir, se iguala por su cara superior, colocando encima dos capas ó hiladas de ladrillo recocho sentado de plano con buen mortero y de modo que la superior presente un plano horizontal, valiéndose de reglones y niveles (**260**). En obras de importancia, sobre las hiladas de ladrillo se sienta una

de losas llamadas de *erección* que abarcan todo el ancho del cimiento y cuyo grueso es de $0^{m}15$ á $0^{m}20$.

Los cimientos se construyen también de hormigón, que debe ser algo hidráulico en atención á la humedad que siempre hay en el interior de la tierra, haciéndolos por capas que se apisonan.

Cuando la base de un cimiento no se halla toda á un mismo nivel, debe empezarse la construcción por las más bajas, y con sumo esmero hasta enrasar con las bases superiores, dejándola fraguar hasta que haga su asiento, pues que las partes de obra donde hubiere más fábrica harán mayor asiento que las que tenga menos, de donde pueden resultar agrietamientos ó cuarteos. Para evitar en lo posible este mayor asiento, algunos autores aconsejan hacer el enrase con sillares, sillarejos ó losas sentadas á hueso ó con muy poca mezcla.

Cimiento por puntos.—270. En caso de que la obra tenga pilares ó cuando el terreno sólido está muy profundo, puede economizarse mucha cimentación haciéndola por trozos aislados llamados *puntos.*

En el primer caso se construyen debajo de los pilares unos nachones *M, M, (fig. 70),* los cuales se pueden unir por arcos nversos *I* apoyados en el terreno á fin de repartir las presiones le los pilares por igualdad y transmitir al terreno parte de la presión.

Si no hay pilares como en una pared seguida ó corrida, se ibren de trecho en trecho unos pozos, que pueden corresponder con los macizos de las paredes que han de descansar encima, y se profundizan hasta el suelo firme, levantando después en su interior con buena fábrica unos machones *M, M, (fig. 71)* sobre los que se voltean unos arcos *acb* encima de los que se construye, después de igualar ó enrasar á la altura del trasdós ó más, según a línea *ec*.

Las dimensiones de la zanja ó excavación no han de ajustarse á las del machón o pilar sino á la facilidad de la operación de cavar, pues para que un peón pueda trabajar necesita una anchura mínima de $0^{m}40$ á $0^{m}50$ y una longitud de $1^{m}30$, de manera que a excavación debe sujetarse á estas dimensiones si el terreno es onsistente, pues si no lo es, hay que tener en cuenta el espacio cupado por los acodolamientos para que no estorben á los operarios.

271. De todos modos y como regla general de construcción, o deben moverse las piedras una vez sentadas sobre mortero, orque se interrumpe el fraguado de éste y pierde por lo tanto su ıerza ó parte de ella.

La base del cimiento puede no ser horizontal, sino inclinada,

siempre que sea normal á la resultante de los esfuerzos y dé la extensión suficiente para que estas fuerzas entren dentro de la base y no en los bordes ó límites.

Fundación por tablestacas.—272. Cuando el terreno que ha de cavarse es de arena suelta, no bastan los acodolamientos para contenerlo, pues la arena escapa por todos lados y hay entonces que revestir las zanjas completamente, para lo que se establece un *tablestacado* ó sea filas de *tablestacas aa (figura 72)*, las cuales son tablones que se clavan unos al costado de otros hasta penetrar sus extremidades en el terreno sólido. Sus cabezas se sujetan por medio de un machihembrado con las llaves ó cadenas longitudinales *cc, c'* que se mantienen paralelas las de un lado del cimiento con las del otro por medio de cepos transversales ó gatillos *e, e' e'*.

Con este revestimiento es fácil excavar el espacio *E* comprendido entre las dos filas de tablestacas y llegar hasta la capa de buen terreno, pudiendo procederse después á la construcción de la fábrica del cimiento.

Las tablestacas se yuxtaponen simplemente por sus cantos unas á otras, que es lo que se llama á *junta plana A A (fig. 73)*, ó se ensamblan á ranura y lengüeta, por medio de un gargol rectangular *B* ó triangular *C*; y para vencer la resistencia de las piedras ó cuerpos duros que puedan encontrar al descender en su hinca, se corta el extremo de la tablestaca en forma de bisel que puede tomar las formas de las *figs. 74, 75 y 76*, y aun se les refuerza con guarniciones de hierro forjado, de palastro ó de fundición.

Encajonados.—273. Si el suelo firme estuviese muy profundo y fuese tanto el espesor de la arena que no pudieran alcanzar las tablestacas, será indispensable apelar á cajones hechos de tablas clavadas en bastidores de madera, cuyo descenso se ejecuta vaciando los peones el interior de los cajones, con lo que éstos descienden: cuando se hallan enterrados, se apoyan otros sobre ellos, los cuales bajarán del mismo modo hasta encontrar la base que se desee.

ARTÍCULO III.

Fundaciones sobre malos terrenos y de resistencia desigual.

Cimientos sobre terrenos compresibles.—274. Para hacer fundaciones sobre terrenos flojos, debe tenerse presente que no es tanto la compresibilidad del terreno la que ocasiona la ruina de

in edificio como la desigualdad del asiento, pues aquel defecto puede ocasionar un descenso vertical en la obra, que no la desconcierta, y lo último desune unas partes de otras; lo que se demuestra con cuarteos, agrietamientos ó caídas.

Hay que tener también presente que en las obras existen dos causas que las destruyen, una la pesantez y otra el empuje: la primera comprime y aun quebranta y el segundo derriba y separa lo que se opone á su acción.

Considerando que el efecto de fundar sobre terrenos compresibles es el de apretarse éstos hasta cierto punto, se comprende que puede hacerse esto con anterioridad y por medios artificiales, ya sea cargando el sitio destinado á sostener la fábrica con un peso doble al de ella, clavando estacas ó *pilotes* hasta que el terreno los rechace ó apisonando éste, según propone Rondelet.

Compresión del terreno.—275. Cuando se trata de terrenos débilmente compresibles pueden apretarse artificialmente como así se ha hecho con éxito en terrenos de turba, cubiertos con una gruesa capa de tierra franca ó vegetal y sobre masas de arena fangosa ó de arcilla reblandecida que presentaba en la superficie una costra más ó menos sólida y gruesa.

Hay, para este caso, que tomar las precauciones siguientes: 1.ª Cercenar ó debilitar muy poco la capa ó costra superficial y únicamente desmontar lo preciso para que no queden con el tiempo descarnados los cimientos, disminuyendo de este modo, lo menos posible, la resistencia de dicha costra: 2.ª Apisonar fuertemente el fondo de la excavación á fin de comprimir el terreno en lo posible y disminuir, en cuanto se pueda, el asiento que resultaría de su compresibilidad, empleando para ello pisones de gran peso levantados por varios hombres, ó mazas como la que se indicó para la hinca de los pilotes de sonda (**257**) ó se describirán más adelante para el maceo de pilotes: 3.ª Dar á la base de la excavación ó del cimiento una gran anchura con el objeto de repartir la carga del edificio sobre mayor superficie, disminuyendo de este modo sus efectos: y 4.ª Levantar uniformemente la fábrica en toda su extensión á la vez, á fin de no cargar por unos puntos más que por otros, procurando así obtener regularidad en los asientos.

Además, al adoptar el apisonamiento como medio de fortalecer un terreno, debe tenerse presente que la depresión producida en el mismo por efecto de una carga permanente, puede ser con el tiempo mayor que la que resulta de un choque instantáneo, durante el cual, el terreno conserva toda su elasticidad, que llega casi á perder por una acción contínua; y que, habiendo sufrido el terreno una compresión con el apisonado, es probable que la re-

petición de este acto con igual fuerza ó una carga equivalente, producirá un efecto mucho menor.

Zampeado.—276. Cuando el terreno es demasiado malo para que se pueda adoptar el anterior método, debe procurarse repartir con igualdad la carga sobre toda la extensión de la base del cimiento, estableciendo un *zampeado ó emparrillado* de madera, de mucha mayor anchura que la fábrica que debe sostener, formado de piezas ensambladas á escuadra, y sujetar el terreno inferior por medio de un tablestacado, ó hincando pilotes para que el terreno quede más comprimido entre ellos.

El emparrillado debe quedar enterrado para que esté libre del aire, y rellenarse sus huecos de mampostería ú hormigón. Algunos aconsejan que se establezca sobre él un entablonado para servir de base á la primera hilada del cimiento, pero tiene el inconveniente de que establece discontinuidad y de que se pudre con bastante facilidad y rapidez á no emplear buenas maderas preparadas por los mejores procedimientos para preservarlas de la corrupción.

277. El zampeado puede reducirse á un entablonado, cuando éste no pueda pudrirse. Se emplean dos capas de tablones que se cruzan en ángulo recto y se clavan unos á otros, sujetándolos con clavijas.

Cimientos de roca artificial.—278. Desmontando el terreno que ocupa una edificación hasta una profundidad de 0^m60 á 0^m90, se rellena de hormigón hidráulico como se ha indicado (**269**), formando una capa de roca artificial sobre la que se levantan las paredes. Puede hacerse un zampeado con viguetas de hierro formando hormigón armado (**140**). Sobre un terreno de mediana resistencia, se pueden evitar fundaciones demasiado profundas ó muy anchas, estableciendo este hormigón con un ancho de dos á tres veces la anchura ó espesor de los muros superiores.

279. También se emplea el hormigón hidráulico en rellenar agujeros verticales practicados en el terreno en el número conveniente, de un diámetro de 0^m18 á 0^m25 y 1^m á $1,60^m$ de longitud. Para abrirlos se hincan pilotes á golpe de maza (**257**), los cuales se hacen girar mediante una barra que atraviesa su cabeza y que sirve después para poderlos sacar. El hormigón se apisona según se va echando en los agujeros, y una vez llenos se extiende y apisona sobre ellos una capa de hormigón que abarca toda la extensión que ha de tener la obra.

Se emplean también pilotes de hormigón armado como si fueran de madera ó hierro, con la ventaja de que ni se pudren ni se oxidan. No se emplean hasta que no han fraguado del todo, y se descargan los golpes de la maza de poca altura, aumentando en cambio su peso.

Cimientos de arena.—280. Aunque la arena es movediza y huye al comprimirla cuando está libre, no sucede lo mismo si está encerrada y se emplea como cimiento en terrenos que no son muy blandos y que tienen la consistencia necesaria para contenerla.

281. Para construir el cimiento con arena se procede como con el hormigón: se echa la arena por capas, apisonándola bien para obligarla á que se aloje entre las paredes de la excavación, y una vez hecho el relleno se proteje la superficie superior con unas hiladas de fábrica, con una capa de hormigón, con un empedrado hecho con mezcla ó con un entablonado, tanto para impedir que la arena pueda levantarse y escapar por consecuencia de la presión lateral que el terreno ejerce, como para que no la perjudiquen las aguas procedentes de la superficie superior del suelo ú otra causa cualquiera de destrucción.

282. La arena en forma de pilares se emplea en terrenos que no sean movedizos ó húmedos, pues si así fuese, la arena se abriría paso á través del terreno inmediato.

Cimientos sobre arena ó terrenos sueltos.—283. Se funda inmediatamente sobre la arena movediza ó sobre la arena líquida, cuando se presentan capas de gran espesor, abriendo la zanja según se van necesitando, por trozos de 1^m20 á 1^m50, en cuyo hueco se colocan inmediatamente piedras sobre una tortada de mortero hidráulico, para formar una hilada. En el momento que ésta tiene longitud bastante, se empieza la segunda hilada y cuando ésta se halla también algo avanzada se forma la tercera hilada, y así sucesivamente adelanta la obra por gradas hasta enrasar con la superficie del terreno.

284. Se han hecho cimientos sobre terrenos sueltos, aplicando el cemento en polvo que se inyecta por medio del aire comprimido, del vapor ó de la presión hidráulica. El inyector lo envía á un tubo agujereado por el intermedio de otro flexible: el primero se introduce á la profundidad deseada y el cemento inyectado sale por los orificios y se incrusta en el terreno llevándose por delante el agua que éste contiene. Para que produzca su efecto el cemento, debe encofrarse el terreno por medio de tablestacado que evite la salida del cemento fuera del espacio que ha de consolidarse.

Fundaciones en terrenos de desigual resistencia.—285. En los cimientos sobre terrenos cuya naturaleza y resistencia no son las mismas, el asiento tampoco es igual; y es por lo tanto difícil regularizarlo, aun tomando todas las precauciones imaginables.

Pero como la pesantez que produce el asiento está en razón inversa de la superficie que abraza la carga, se comprende que en terrenos de distinta compresibilidad podrán hacerse asientos igua-

les extendiendo las bases tanto más cuanto más compresibles sean, y que en terrenos uniformemente compresibles, pero donde la carga varía en cada punto, la anchura de la base deberá ser proporcional á la carga.

Estos aumentos en la anchura de la base, no bastan en algunos casos, y entonces es preciso acudir á otros medios, como el de aliviar las partes malas por medio de arcos de descarga apoyados sobre el terreno más resistente que haya al lado.

286. La arena en algunos casos ha salvado estos inconvenientes, y Demanet dice haber fundado un muro que descansaba en parte sobre un terreno arcilloso muy fuerte y firme y en parte sobre uno de fango casi líquido, estableciendo sobre éste un macizo de arena apisonada de 1^m de espesor, enrasado con el fondo de la zanja abierta en terreno arcilloso y sobre él un emparrillado ligero de madera de haya, cuya extremidad descansaba unos 2^m sobre el fondo arcilloso. La fábrica levantada encima, no hizo el menor movimiento, y según añade, el emparrillado podía haberse evitado. Asimismo, se ha fundado parte sobre antiguas fundaciones y parte sobre un macizo de arena, no habiéndose observado el menor cuarteo en el edificio.

ARTÍCULO IV.

Fundaciones sobre pilotes.

Cimientos con pilotaje de madera.—287. A pesar de los inconvenientes que la madera presenta para su conservación, se establecen fundaciones empleando filas de pilotes *P P (fig. 77)*, que se hincan hasta alcanzar inferiormente un terreno firme y penetrar algo en él. Las cabezas de los pilotes se unen por medio de un emparrillado, formado de traveseros *b, b' b'*, ensamblados con los pilotes y con los durmientes ó largueros *d d, d'*. Sobre esta parrilla se clava después un entablonado en el que descansa la fábrica superior, cuidando de que se halle libre de las variaciones atmosféricas, por lo que se hace á 0^m5 lo menos de profundidad. La cabeza superior de los pilotes que ha de recibir los golpes para su hinca, se corta con la sierra bien á escuadra y la punta se endurece requemándola ó se fortifica calzándola con una punta de hierro llamada *azuche*, que puede ser de hierro forjado *(fig. 78)* ó de fundición *(fig. 79)*.

Con el pilotaje se pretende establecer un cuerpo intermedio entre la obra y el terreno firme, transmitiendo la presión de aque-

lla á éste por el intermedio de los pilotes y haciéndose al mismo tiempo más compacto el terreno flojo intermedio, pues que ocupando los pilotes y la tierra el mismo espacio que antes llenaba esta sola, es claro que queda más apretada.

La dirección de los pilotes debe ser paralela á la resultante de la carga, la cual generalmente es vertical. Conviene dar á los que forman el contorno exterior ó sea á los pilotes de orilla ó de cerca una posición algo inclinada para formar una triangulación que dé mayor estabilidad. Asimismo, como en terrenos fangosos principalmente, los pilotes podrían desviarse á uno ú otro lado, se acostumbra para evitarlo á desmontar el terreno flojo de la parte superior de los pilotes y reemplazarlo con cascajo ó morrillo y todavía mejor con un macizo de hormigón.

288. Cuando hay necesidad de alargar los pilotes porque no llegan á la capa de terreno firme, se asierra la parte destrozada por la maza y se empalma un trozo de madero á media madera *(fig. 80)* ó del modo indicado en la *fig. 81*, dando al empalme de 0^{m}40 á 0^{m}50 de longitud y asegurándolo siempre con cinchos: es preciso tener sumo cuidado de que los cortes descansen y ajusten bien, para que con el macco no se abran. Por este recelo es preferible aserrar perfectamente á escuadra la cabeza del pilote y la del suplemento, de modo que ajusten bien y sujetarlos en su unión por medio de una espiga de hierro *ee*, *(fig. 82)*, fortificando además el empalme con bandas de hierro *bb*, sostenidas por cinchos *cc*.

Hinca de pilotes.—289. La hinca de los pilotes, cuando el terreno opone poca resistencia, puede hacerse con la maza *(figura 57)* destinada á hacer las calicatas. Generalmente, sin embargo, hay que recurrir á otras mazas de mayor peso y entonces se adopta un aparato llamado *machina* ó *martinete*, del cual hay tres clases: *de tirantes*, *de torno* y *de vapor*.

El martinete *de tirantes* ó *de brazo* consiste en dos almas ó jimelgas *A*, *A*, *A'* *(fig. 83)* distantes unos 0^{m}12 una de otra, ensambladas á una solera *ss*, *s'* y por arriba el travesaño *bb* y afianzadas por tornapuntas ó ancas *T*, *T* y por codales ó costillas *C*, *C*. A las almas se ensamblan dos piezas *e d* que reciben una polea *D* y están apoyadas en un puntal *d h* atravesado por clavijas para servir de escalera. El pie de este puntal y la solera *s s* se unen por piezas *s' h* que forman la cola de la machina. La maza *M*, *M'* con que se clava el pilote *P*, *P'* es de hierro ó de un trozo de madera guarnecido de cinchos, con un peso de 200 á 400^{k}, sube y baja rozando por las almas y mediante una cuerda ó maroma que pasa por la polea *D* y termina en treinta cabos de cuerda ó más, á los que se agarran peones que á voces acompasadas elevan la

maza y la dejan caer de pronto. Ordinariamente se dan treinta golpes seguidos y á compás, á lo cual se llama una *andanada*, dándose el nombre de *hinca* á la cantidad de pilote que penetra en el terreno en cada una.

A consecuencia de la desviación que sufren los cordeles, la resultante de las fuerzas que desarrollan los peones queda muy disminuída, y para que sea esto lo menos posible, pueden atarse los cordeles á un aro horizontal sujeto á la maroma por su centro, ó dividir los peones en dos grupos que tiran de dos cables dirigidos por poleas divergentes. Sin embargo, como los trabajadores no pueden inclinarse más de 1^m30 á 1^m50, ni se pueden emplear mazas de mucho peso porque sería embarazoso el trabajo para los peones, y menos aprovechable por su oblicuidad se modifica haciendo el movimiento con un torno.

En el martinete *de torno*, la maroma se arrolla en uno dispuesto en la dirección del puntal-escalera y con él se sube la maza lo que se quiere, consiguiéndose su caída mediante unas tenazas *(fig. 84)* con las cuales se agarra la maza M al abrir sus brazos que mantiene cerrados el resorte R. En la parte superior del martinete se fijan dos piezas B, B que estrechan su separación hacia arriba, de modo que al llegar las tenazas á este punto se cierran los brazos superiores mientras se abren los inferiores y dejan escapar la maza que sujetaban.

Para ganar el tiempo que se pierde en bajar las tenazas, después de desenganchada la maza se emplea el *torno (fig. 85)* cuyo piñón P, P', es susceptible de recibir un movimiento de traslación horizontal en dirección de su eje aa desengranando ó engranando los dientes con la rueda R, R'. Para elevar la maza, que está unida á la maroma sin el intermedio de las tenazas, se engrana el piñón con la rueda y, cuando, maniobrando el torno, llega la maza al punto más alto, se sujeta la rueda R, R' por medio de la uña E y esto permite desengranar el piñón, lo cual hecho, se separa la uña, y la rueda y árbol del torno, ya libres, ceden al peso de la maza que cae á golpe, desarrollándose con gran velocidad la maroma ó cadena.

En los martinetes *de vapor* se aprovecha éste para dar movimiento al torno ó á la maza. Tienen sobre los de tirantes y de torno la ventaja de que además de hacer una hinca más rápida, impiden mejor las desviaciones laterales del pilote, porque siendo el choque más considerable tienen menos influencia los obstáculos accidentales que originan las desviaciones. Cuando los trabajos son de importancia proporcionan economía en su empleo, empleándose mazas de 2 á 3000 kilogramos.

290. Para la hinca, se asegura el pilote con cuñas, á fin de

que no se mueva debajo de la maza y se deja ésta descender suavemente al principio para que por su peso solo, clave poco á poco el pilote en el terreno y pueda asegurarse que su dirección es la debida.

La hinca de los pilotes inclinados exige que el martinete tenga sus almas en la inclinación que se desee y entonces la maza baja por un plano inclinado.

Cuando un pilote se desvía de una manera notable, es difícil reponerlo en su posición y es en este caso más conveniente arrancarlo por medio del tornillo y demás medios indicados (**258**) ó sirviéndose de la machina de torno.

Precauciones en la hinca de pilotes.—291. Como sobre los pilotes gravita todo el peso del edificio, es indispensable hincarlos hasta el terreno firme y sólido y á rebote de maza. En esto último debe andarse con mucho cuidado, pues no está clavado á rebote sino cuando dándole con la maza algunas andanadas, se ve que en ninguna entra más de 0m02, que en obras de importancia no debe pasar de 0m002 á 0m003.

Hay, sin embargo, que no equivocar el rebote absoluto con el aparente, para no tomar el uno por el otro y comprometer la solidez de la obra, pues se ha observado que en ciertos terrenos, el pilote parece haber llegado al rebote absoluto después de haberse hincado fácilmente hasta cierta profundidad, pero que si después de pasado algún tiempo se vuelve á macear, entra de nuevo con mayor ó menor facilidad. Esto sucede con los terrenos de turba; y cuando hay que atravesar terrenos de esta clase, se macea sucesivamente cada pilote hasta notar el primer rebote; hincada así toda la fila se vuelve á macear el primero y á continuación los demás hasta notar el rebote, continuando así hasta perforar ó atravesar el banco de turba. Es conveniente también descansar el pilote algún rato después del maceo y volver luego para asegurarse de que es el rebote absoluto.

En terrenos de mucha miga se distingue bien uno de otro rebote, porque si es aparente, la elasticidad de la tierra echa fuera el pilote, y cuando llega al terreno firme, el golpe es seco y claro, rechazando la maza con más ímpetu por la misma elasticidad del terreno y por la reacción de las fibras del pilote: además, esta clase de terreno no consiente más que cierto número de pilotes y siempre que se hincan más se salen los primeros, según van maceándose los últimos.

Hay un medio para evitar que suceda esto en terrenos arcillosos, donde no entra el pilote sino en tanto se levanta el terreno para hacerle lugar y consiste en clavarlos con la extremidad gruesa hacia abajo, porque cuando los pilotes se clavan con la parte

gruesa arriba, la trepidación producida por el maceo de los pilotes próximos, saca los ya hincados, lo que no sucede cuando se hincan por la parte gruesa, pues entonces la misma trepidación obra el efecto contrario contribuyendo á su mayor hinca. Se remedia también este inconveniente practicando, hacia la punta, entalladuras dispuestas de modo que no entorpezcan la hinca y se opongan á la salida del pilote, tal como se indica para las tienta agujas *(figs. 47 y 48)*.

Conviene para mayor seguridad hacer el maceo con mazas de diferente peso, empezando por las que lo tengan menor.

Pilotes de hierro de Mitchell.—292. En algunas fundaciones de condiciones difíciles se ha dado aplicación á unos pilotes de hierro en donde la extremidad que ha de entrar en el terreno tiene la forma helizoidal representada en la *fig. 86*, con la cual adquiere el pilote una gran estabilidad y una resistencia proporcional á la superficie de terreno firme que abraza el círculo descrito con el diámetro de las hélices, el cual es de $0^{m}61$ á $1^{m}22$, según que es más ó menos resistente el terreno donde descansan.

La hinca ha de verificarse por rotación, para lo que tiene que colocarse en la extremidad superior del pilote la cabeza de un cabrestante con sus palancas á la conveniente altura para poder trabajar, las cuales tienen á veces 10 y 12 metros de longitud.

ARTÍCULO V.

Fundaciones hidráulicas.

Cimientos en terrenos húmedos.—293. La humedad que existe por efecto de la permeabilidad (253) se aminora cuando el suelo ó superficie superior de un terreno está empedrado y más si está enlosado ó revestido de una capa hidráulica que no deje paso á la humedad. El agua se recoge en un hoyo que al efecto se hace en el fondo de la zanja y se saca fácilmente con cubos y sogas.

En este caso, conviene extender sobre la base del cimiento una capa aisladora de asfalto, betún, pizarra ó mortero hidráulico y revestir de la misma sustancia la cara ó paramento exterior del cimiento.

Cuando las filtraciones son de alguna importancia, se procura practicar el hoyo para recogerlas en el sitio que sea más conveniente, inmediato á un punto que esté más bajo que el fondo ó base de los cimientos, á fin de que las aguas puedan salir directa-

mente por medio de una zanja, que después se ha de rellenar. Si no hay este desagüe natural, habrá que extraer el agua con cubos ó bombas, en cuyo caso el chupón de éstas se sumerge en el hoyo; pero como las aguas pudieran arrastrar el mortero del cimiento, se hacen más anchas las zanjas á fin de que aquéllas vayan por una reguera practicada en el fondo al costado del cimiento. Éste se construye en este caso con mortero hidráulico hasta la altura de las filtraciones ó manantiales y con mortero común el resto, rellenando con buena tierra ó fábrica el exceso de anchura dado á la zanja.

Cimientos en terrenos fangosos.—294. Puede adoptarse la formación de un gran macizo de piedra llamado *escollera,* cuya piedra se echa suelta y se entierra por su propio peso, desalojando y comprimiendo el fango que se halla debajo: se arroja piedra hasta que la masa no experimenta ya asiento alguno, y entonces se enrasa de nivel por la parte superior para poder establecer la primera hilada de la fábrica, lo cual hecho, es muy conveniente cargarla con un peso equivalente al de la obra. Éste enrase se acostumbra hacer con hormigón que es la fábrica que más se amolda á cubrir é igualar las irregularidades de la escollera.

295. Las escolleras han sido alguna vez sustituídas por un macizo de tierra de buena calidad perfectamente apisonada, y también por una capa de arena de 1^{m} de espesor encajonada en muretes de mampostería de $0^{m}50$ de grueso y echada sobre una base perfectamente horizontal. La arena muy pura se echa por capas de $0^{m}25$; siendo conveniente que la primera sea más gruesa, si hay temor de que mezclándose con el fango al apisonarla, se convierta en un caldo movible. Estas capas se apisonaban con un pisón plano ó por medio de un riego copioso, con el objeto de obtener el máximo de compresión de la materia. Sobre este macizo se extendió una tongada de hormigón de $0^{m}50$ de espesor, encima de la que se estableció la primera hilada de la fábrica.

Fundaciones por medio de la dinamita.—296. En un terreno de aluvión compuesto de arena arcillosa, muy fina y permeable, con abundancia de agua, se han abierto pozos de 1^{m} á $1^{m}20$ de diámetro, por medio de un barreno que penetra hasta el terreno firme, y que se rellena ó carga con un rosario de cartuchos de 100 gramos de dinamita fijados á un listón. Su explosión produce un pozo cilíndrico del diámetro dicho, rechazando el agua durante media hora, en cuyo tiempo se introduce á golpe de mazo un tambor de palastro hasta llegar al fondo y se extraen los escombros: entonces brota el agua con fuerza y hay que extraerla para rellenar el tubo, el cual se va sacando á medida que se echa el hormigón.

Cimientos en el agua.—**297.** Se emplea el pilotaje cuando no es fácil excavar el fondo, ó el terreno firme se encuentra muy profundo y no conviene extraer el agua. El emparrillado que corona los pilotes debe quedar sumergido y el espacio que comprenden éstos se rellena de escollera ó de hormigón por capas que abarquen el espacio del pilotaje para que éste no se mueva. Este procedimiento se aplica hoy poco porque lo suplen con ventajas los pilotes de rosca ya descritos (292).

298. En ocasiones, puede servir la escollera como en los terrenos fangosos empleando piedras menudas para rellenar los huecos de las grandes. Una vez enrasada, conviene dejarla descansar por lo menos un año antes de construir sobre ella, con objeto de que haga su asiento natural.

299. Cuando es flojo el fondo del terreno cubierto de agua se precisa extraerlo, cuya operación, si hay poca profundidad, puede verificarse con las herramientas ordinarias; pero si es mayor de medio metro se emplean las *dragas*. La más sencilla de éstas, denominada *de bolsillo*, consta de un aro de hierro provisto de un mango (*fig. 87*) con un pico acerado *a* en el borde y al que además va clavado ó cosido un saco de lona fuerte *S*, en el que se extrae la arena fina, el fango y demás materias sin consistencia, dejando paso al agua. La draga *de mano* (*fig. 88*) es una caja de palastro agujereada, cuyo canto *aa* está acerado y con dientes para dragar los suelos arcillosos, de grava, etc. Tiene también su mango *M*, y para que pueda extraerse la tierra hay que removerla antes con un bieldo que sirve además para llenar la draga empujándola. En obras de importancia las dragas son máquinas movidas por vapor.

300. Los cimientos en aguas mansas se construyen arrojando hormigón hidráulico, el cual se procura llevar por capas. Se echa también el hormigón en cajones que se sumergen y vuelcan con cuidado. En uno y otro caso, cada capa se iguala con una batidera que comprime y alisa la superficie. Si la profundidad del agua es mayor de dos metros, se emplean tolvas que forman montones y éstos se comprimen con pisones, separando la lechada que se deposita en la base de los montones antes de extender más hormigón.

Se hace también el cimiento empleando cajones sin fondo, los cuales se forman de pilotes ó tablestacas yustapuertas ó de tableros, cuidando en todos casos que se acomoden á las desigualdades del terreno en que han de descansar. El dragado se hace entonces después de formado el recinto del cimiento. En vez de madera se emplea, para formar los cajones, el hierro en planchas ó láminas, cuya construcción no es pertinente describir aquí.

CAPÍTULO II.

De los muros y apoyos aislados.

ARTÍCULO I.

De los muros en general.

Denominación y formas.—301. Los muros son construcciones destinadas á cerrar un espacio, denominándose según el objeto á que se les destina. Así, se llaman de *recinto* ó *paredes de cerca* cuando cierran un espacio y no soportan más que su propio peso, *paredes de edificios* cuando pertenecen á éstos; *muros de sostenimiento* cuando sostienen tierras por una de sus caras ó paramentos; *de defensa* los que protegen el pie de un terraplén, y *de contenimiento* si se destinan á contener aguas. Se llaman *revestimientos* los que defienden un talud ó escarpe de tierras.

Las paredes que entran á componer un edificio son las *fachadas* que pueden ser *principales, laterales* y *posteriores*. Las paredes interiores son de *carga* ó de *traviesa* cuando sostienen pisos ó dividen el espacio y finalmente se llaman *tabiques* las paredes delgadas cuyo objeto es únicamente subdividir el área de un edificio. Las paredes que separan dos edificios perteneciendo á ambos, son *medianeras, medianiles* ó *medianerías*. Si solo pertenecen á uno se llaman *contiguas*.

Se llaman *entramados verticales* las paredes hechas con madera ó hierro como principal elemento.

302. Las paredes de cerca tienen en su sección vertical la figura de un rectángulo *(fig. 89)*, pudiendo tener un *zócalo Z* inmediatamente sobre los cimientos y una *coronación ó cubierta*, la cual se hace á dos aguas *a c, c b* ó á una *(fig. 90)*, según sean medianeras ó no.

Los muros de sostenimiento pueden hacerse con sus caras ó paramentos verticales, aunque más conveniente y para que resistan mejor el empuje de las tierras, se hacen con una inclinación, escarpe ó talud por el exterior y verticales por el interior *(figura 91)*, pero dejando de cierta en cierta altura retallos ó zarpas *x, x* mediante las cuales va decreciendo el espesor del muro. Si la altura de los muros pasa de 8 metros, se hace con retallos el paramento exterior *d c*, pudiendo así rectificarse el replanteo **(247)**

al par que se da mejor aspecto al muro. Se les pone generalmente una coronación saliente *c n* y sobre ella se construye, si es necesario, un pretil, parapeto ó antepecho *P*. El talud no pasa de $^1/_{10}$ de la altura *a d* del muro cuando este es hecho con mezcla, llegando á $^1/_5$ cuando no la tiene.

Los muros de contenimiento de aguas tienen unas veces sus paramentos verticales *(fig. 92)* y otras inclinados. Se les corona también como los de sostenimiento.

Las fachadas de los edificios se hacen de paramentos verticales por el interior, aunque dejando en cada piso un retallo *r* (*figura 93)* para ir disminuyendo su espesor á medida que se levanta la fábrica. Las fachadas deben tener algo de inclinación por el exterior, comprendida entre $^1/_{100}$ y $^1/_{500}$ llamada *releje* para que resistan mejor el empuje que les comunican las cubiertas, suelos y bóvedas. El releje es necesario cuando se trabaja con yeso, pues por despreciar este precepto sucede comunmente que los muros, aunque levantados á plomo, se encuentran desplomados cuando la obra se termina.

En algunos edificios antiguos se observan en el paramento exterior de sus fachadas los retallos defendidos de la acción de las lluvias por una cubierta de losetas inclinadas hacia fuera.

Despiezo.—303. Los muros que no han de soportar más que presiones verticales, se fraccionan (**250**) cortándolos por planos horizontales; pero cuando han de resistir esfuerzos cuya resultante no es vertical, pueden ser dados entonces los cortes según planos normales á esta resultante.

Cada banco ó sección comprendida entre estos planos se llama *hilada*, la cual se divide por planos verticales y las líneas porque se distinguen en el paramento se conocen con el nombre de *juntas verticales* ú *horizontales*, llamándose *junta llena* ó *plano de junta* el que las determina. En una hilada se llama *lecho* el plano sobre que la misma descansa; de manera que en los trozos ó sillares (**30**) que la forman, es lecho la cara superior que ha de servir de asiento á la piedra superior y *sobre lecho* la inferior, de la que se coloca encima.

Para que los fragmentos formen un conjunto estable y sólido, debe procurarse que todas sus caras sean perpendiculares entre sí, es decir, que no haya ángulos agudos ni obtusos cuya resistencia es desigual, y que dichas caras estén labradas del modo más sencillo para que su contacto pueda ser en la mayor extensión posible, lo que se consigue por medio de superficies regladas ó desarrollables.

304. Las juntas verticales ú horizontales quedan algunas veces rehundidas, sobresaliendo las cabezas de los sillares en forma

de almohadillas, por lo que se llama este paramento *almohadillado*, el cual es *corrido* si solo tiene acanaladas las juntas horizontales. El ancho del rebajo ó llámese el *corte* suele ser $^1/_{12}$ de la altura de hilada y su profundidad la mitad de dicho ancho.

Cuando el paramento de un muro forma el almohadillado de la *fig. 94*, la junta *ab* ha de partir del ángulo entrante y cuando el almohadillado es rectangular, la junta debe estar en la parte superior *c* del rehundido ó en la inferior *d* del resalto.

Estas almohadillas *ac*, *cd* son planas generalmente; pero muchas veces presentan forma piramidal de poco saliente ó altura, ó están exornadas con figuras ó por el contrario desbastadas, labrándose solo el rehundido.

Partes de que se compone una pared y sus detalles.—305. Las fachadas descansan por lo general en un zócalo ó *embasamento* Z *(fig. 93)*, tienen acusados los pisos del edificio por medio de fajas horizontales *P*, llamadas *plintos* ó *cordones*, que son salientes solo por la parte exterior y se coronan, cuando no vuelan los tejados al exterior para defenderlas de las lluvias, con un cuerpo voladizo *C* llamado *cornisa*, *cornisamento* ó *entablamento*, el cual debe tener inclinado hacia fuera su plano superior *ab*, *(fig. 95)*, así como el inferior ó sofito *cd* para que escurran las aguas pluviales. En esta parte se consigue el mismo objeto haciendo un saliente ó entrante *n* llamado *goterón*. Sobre la cornisa se levanta casi siempre otro cuerpo de poca altura llamado *acroterio* ó *ático*, ó una balaustrada con objeto de ocultar la cubierta del edificio.

306. Se llama *resalto* todo cuerpo que vuela pasando la línea de una pared, *rehundido* el que está retirado y *moldura* la parte que, afectando un perfil cualquiera, decora á lo largo uno de los miembros de la ornamentación.

Llámase *macizo* la parte de una pared comprendida entre los vanos ó huecos que originan en ella las puertas ó ventanas.

Sea con el objeto de reforzar las partes más cargadas de una pared sea con el de decorarla, se establecen en estos macizos, fajas estrechas verticales, que toman el nombre de *pilastras*, llamándose entonces *entrepaños* los espacios comprendidos entre dos de ellas.

Se decoran también estos macizos con *tableros*, que son unos cuerpos adornados ó sencillos, es decir, con molduras ó sin ellas y entrantes ó salientes, denominándose *voladizos* cuando pasan la línea de la pared, *vaciados* cuando son hundidos, y *rasos* si están en dicha línea. El tablero se apellida además *rico* ó *liso* según lleve ó no en su superficie adorno alguno de escultura. La superficie lisa é igual que queda entre dos molduras ó cuerpos cualesquiera, sean entrantes ó salientes, se llama *campo*.

Los rehundidos ó vaciados cuyo fondo es la mitad de su ancho se llaman *hornacinas ó nichos,* sirviendo para la colocación de esculturas.

307. Sobre el entablamento de la pared que cierra la anchura de un edificio, se establece algunas veces el *frontón* que indica las vertientes de la cubierta. Su forma es triangular ó circular y consta de dos partes principales: una, las tres cornisas cuando es triangular y las dos cuando es circular, y la otra el espacio comprendido por éstas que se llama *tímpano.* La pared ó fachada lateral que termina con la inclinación de la cubierta, toma el nombre de *hastial.*

A veces, el ático se forma, ó se termina el cornisamento, con un adorno de variados contornos llamado *crestería,* la cual también se dispone sobre el caballete ó remate de las cubiertas.

Replanteo y preparación del trabajo.—308. Antes de empezar un muro se hace sobre el enrase de cimientos su replanteo (247) señalando su perímetro interior y exterior con un lápiz ó puntero y dentro de él las figuras ó líneas de los huecos y pilastras, sin olvidar el sitio que han de ocupar los tubos de bajada de aguas ú otras instalaciones. La operación se repite sobre el zócalo, si lo hay, y cuantas veces varía la planta.

309. Fijada de este modo la base del muro, se disponen en sus extremos, y á distancias de 5 á 6 metros, unos reglones *ab ab (fig. 96)* que por ambos lados ó paramentos indican la verticalidad ó inclinación de éstos. Los reglones se fijan por su pie con clavos entomizados y yeso, ó con ladrillos ó piedras y mortero, y se unen por sus cabezas con listones ó *riostras a a* formando un bastidor que les da seguridad. En los reglones se marcan las alturas de las hiladas para tender de unos á otros bastidores los cordeles tirantes llamados *tendeles,* que sirven de guía en la construcción, marcando la altura de enrase de cada hilada. En vez de reglones, se usan cordeles tirantes atados por arriba y abajo en tablas ó listones que se colocan atravesados á la pared y por los cuales corren los tendeles mediante lazadas hechas en sus extremos, pero no indican sino aproximadamente la altura de las hiladas.

310. Se colocan verticales los reglones por medio de la plomada *lp,* y si hubieran de ponerse inclinados para marcar un talud, se emplea el nivel de talud *(fig. 97),* que es una tabla donde la línea *a b* tiene dicha inclinación cuando la plomada coincida con la *c d.*

Si el paramento afecta una superficie curva, la plomada irá indicando las líneas verticales que la han de formar, y si además el muro es inclinado habrá que emplear el nivel de talud.

En todos casos, los reglones con los cordeles ó tendeles deben estar separados como un centímetro del paramento, si éste ha de tener un revestimiento ó revoco, y 5 m/m si el material de la fábrica ha de quedar al descubierto.

Cuando se construye sobre una obra vieja, se limpia bién ésta, quitando el mortero antiguo, y se riega ó moja para que la nueva fábrica se adhiera á la anterior.

ARTÍCULO II.

Muros de sillería y sillarejo.

Formación de los muros de sillería.—311. Las fábricas son de *sillería* ó *cantería* si se forman con sillares (**39**) denominándose *cuajada* cuando éstos abarcan todo el espesor ó anchura del muro; los sillares están sentados *á tizón* si presentan en los paramentos las caras menores ó sea sus *cabezas*, y *á soga* cuando tienen á la vista el lado mayor. Se combina la colocación á soga y tizón estableciendo unas hiladas *ss*, *s'* á soga *(fig. 98)*, y otras intermedias *tt*, *t'* á tizón ó colocando en una misma hilada unos sillares á soga y otros á tizón *(fig. 99)*.

312. El espesor de los muros exige, cuando es algo considerable, que se formen de varios sillares, que, si es posible, deben estar en contacto unos de otros, sin dejar más espacio que el de sus juntas: generalmente, sin embargo, se deja sin labrar la parte de los sillares que da al centro del muro, ó sea su cola ó entrega, con las irregularidades con que han salido de la cantera, cuidando solamente de que los paramentos las tengan labradas. Se hace entonces la fábrica de sillería *á dos haces*, rellenando el espacio intermedio entre los sillares de uno y otro frente con piedras que no tengan labrados más que sus lechos y sobrelechos.

313. La marcha general hoy, es construir los muros por hiladas regladas de igual ó desigual altura; pero donde los lechos y sobrelechos de cada una son planos á un mismo nivel. Se tiene sumo cuidado de que haya trabazón entre sus partes, disponiendo las piedras á tizón y soga, y procurando que las piedras superiores abarquen en parte varias de las inferiores, cubriendo con su masa las juntas de unas con otras, es decir, á juntas encontradas. Esto mismo y con más escrupulosidad debe observarse en los ángulos de los muros, sea alternando la disposición de soga y tizón *(fig. 100)* ó como indican las *101* y *102*, donde se representan en planta dos hiladas en cada figura que son las que se so-

breponen unas á otras, indicada con puntos la parte de la inferior que está cubierta con la superior.

314. No debe darse á los sillares una longitud mayor de seis veces su altura por la facilidad de que se partan si queda algún hueco en su asiento, y debe huirse de emplear piedras de grandes dimensiones porque son costosas, aunque para que haya trabazón es necesario colocar de trecho en trecho sillares que abarquen, á modo de llaves, los dos frentes de la pared, cuyas piedras se llaman *perpiaños*.

315. Cuando la fábrica debe sufrir esfuerzos horizontales que tienden á separar los sillares, se enlazan éstos por medio de cortes que lo impidan, endentando unos sillares en otros.

Las albardillas que coronan algunos muros como los pretiles ó antepechos, deben trabar en sentido de su longitud por medio de cortes, como los de las *103* y *104*, para que no puedan moverse. Se enlazan también unos sillares con otros por medio de grapas de bronce ó hierro *G* (*fig. 105*) que se empotran en cajas abiertas en las juntas de los sillares, sujetándolas con plomo derretido, el cual debe apretarse con un punzón, pues al enfriarse se contrae: en vez de metal se emplean tacos de piedra que se sujetan con mortero, cementos ó betunes y aun tarugos de madera dura de forma de doble cola de milano que llaman *toledanas*, según se indica en la *fig. 106*.

316. Los sillares que terminan una pared en rampa, deben terminar como se indica en las *107* y *108*, con un corte normal *a b* á la inclinación *b d* para evitar los ángulos agudos que resultarían si los planos de junta se labrasen horizontales en esta parte. Cuando se coronan estos muros con una albardilla (*fig. 109*), conviene impedir su resbalamiento colocando tacos de piedra *T* en sus lechos de modo que entren, la mitad en la piedra inferior y la otra (que sobresale) en una caja abierta al efecto en la junta vertical del sillar de encima. Estos tacos han de recibirse con mortero para que no quede hueco alguno.

317. Los sillares que tengan algún vuelo fuera del paramento general del muro, como sucede á la cornisa *C* (*fig. 93*), deben tener tanta entrega ó cola como es el vuelo, con el objeto de que el peso de la parte que descansa sobre el muro equilibre el de la voladiza. Es buena precaución engraparlos además con los sillares del interior del muro, á no ser que el peso de la construcción que haya de insistir sobre ellos lo haga innecesario, en cuyo caso tampoco hay necesidad de que la entrega sea tanta como se ha dicho, pero habrá que sostener provisionalmente la parte volada mientras se construye encima.

Al formar el perfilado de las partes salientes, se tiene presen-

que para que defiendan bien los paramentos inferiores de la ción de las aguas pluviales ha de existir una especie de canal versa ó goterón, que despida fuera el agua y evite que siga esrriéndose por el perfil.

Asiento de los sillares.—318. La piedra debe sentarse en obra sobre su lecho de cantera ó *á hoja*, es decir, en la misma uación que tenía en aquélla, ya sean las hiladas horizontales ó clinadas de modo que sean normales á las presiones que han de portar, porque de lo contrario, la piedra está expuesta á abrirse rajarse, especialmente si son de formación hojosa. Sólo en el so de que su resistencia sea igual en todos sentidos puede falrse á esta prescripción.

319. Se sientan las piedras *á baño ó tortada* de *mortero* y mbién por medio de *cuñas*, aunque éstas tienen muchas desntajas.

Para el asiento *á baño de mortero*, se exige en primer lugar le los lechos y sobrelechos estén labrados con exactitud, sin reltos ni huecos. Enrasado el lecho donde han de colocarse los sires y hecho el replanteo de la pared, se aproxima el sillar sobre dillos (que se quitan) en el mismo sitio del asiento para presenrlo en la misma posición que ha de tener, haciendo coincidir su beza con la línea ó traza del paramento *ab (fig. 110)*, por medio palancas ó alzaprimas *A*, á lo que se llama *retranquear ó borar* el sillar. Se comprueba con el *reglón* y *nivel N* colocados varios sentidos, si la piedra está á nivel, y con la *plomada P* su paramento está vertical, y hechas las señales convenientes, resultase haber que rectificar algo, se repasa por el cantero, oviéndola si es necesario á un lado. Si el muro tuviere talud, se nplea, en vez de la plomada, el nivel de talud *(fig. 97)*.

Se limpia luego muy bién el emplazamiento, se riega y extienende una capa de mortero fino, cuidando de que no llegue á cuir la traza del replanteo y se vuelve á colocar el sillar guiándopor dicha traza y la plomada, y comprobado que esté de hallarbien, se le golpea por encima y por los costados hasta que el ortero refluya, con un mazo de madera ó con un barrón de hieo, colocando en este caso un trozo de tabla sobre la piedra para le reciba inmediatamente el golpe. A continuación de este sillar van colocando los demás que componen la hilada hasta termirla.

Entre una y otra piedra queda un espacio; para rellenarlo, se ibren antes las juntas del paramento con mortero fuerte ó yeso, jándole respiraderos tapados con estopa por la parte inferior. uando esto ha tomado consistencia, se vierte en el hueco lechada na de cal por la parte superior, ayudando su entrada con una

hoja de hierro provista ó no de dientes, llamada *espada* ó *fija* (*figura 111*).

Se iguala luego el plano superior de esta hilada apicolando el cantero donde haya prominencias y se asientan del mismo modo los sillares de la segunda hilada y de las sucesivas, de modo que su arista inferior coincida con la de la construída, tomando además la precaución de que las juntas verticales no caigan nunca sobre las inferiores.

A fin de no estropear las aristas de los sillares con el manejo de las palancas, se presentan aquéllos la primera vez sobre cuñas de madera de igual altura colocadas á alguna distancia de las aristas para que éstas no se desportillen; y una vez asegurados de que la piedra está bien, se quitan todas ellas colocando definitivamente el sillar. Algunos recomiendan que para evitar el movimiento de la piedra no se quiten las cuñas sino después de introducida la capa de mortero con auxilio de la fija, sacándose después simultáneamente y por igual, con lo que el mortero, comprimido con el peso del sillar, ocupa por completo las desigualdades que haya dejado la labra.

320. Puede también sentarse la piedra en seco sin extender mortero debajo, á imitación de las fábricas de los antiguos; y cuando ya está definitivamente colocada, se hace todo al rededor del lecho un alomado con mortero cogiendo con el mismo las juntas verticales y se vierte después poco á poco en el espacio encerrado, lechada de cal para que vaya ocupando todas las cavidades que existan dependientes del defecto de la labra.

321. El asiento *sobre cuñas* de madera que algunos adoptan, especialmente si las obras se ejecutan por contrata, se hace con suma facilidad y prontitud, sin que exija grande esmero ni un gran repaso en los paramentos. Consiste en labrar bien los frentes de los sillares y únicamente unas anchas fajas ó tiradas por las aristas de las demás caras, dejando lo restante de éstas debastadas á pico pero un poco más rebajadas que las tiradas.

Para asentar los sillares se hace coincidir con el paramento general del muro la cara labrada, recalzando interiormente el sillar con cuñas de madera ó piedra. De este modo es fácil, aunque esté mal labrada la piedra, que su paramento satisfaga al del muro y que su sobrelecho se encuentre en el plano general de la altura de hilada. El espacio que queda debajo de la piedra se rellena de yeso ó mortero con auxilio de la fija, antes ó después de sentado el sillar, tapando en este último caso de antemano, las juntas para que no se escurra la mezcla.

De aquí resulta, que disminuyendo el volumen del mortero al secarse, quedan los sillares en falso y el peso obra sobre las tira-

das y las cuñas, aplastándose éstas aunque sean de piedra, y quedando reducida la resistencia del sillar á la que le dan estos puntos de apoyo; pudiendo resultar, si el peso es mayor del que á esta superficie parcial se le puede exponer, que se abra la piedra ó por el medio del paramento, ó lo que es peor, paralelamente á él por el interior. Las cuñas de plomo que algunos sustituyen, sobre ser más costosas producen los mismos efectos.

El asiento sobre cuñas puede ser aceptado cuando se gasta yeso y la piedra es blanda, pues el pronto fraguado de aquél no deja tiempo para colocar la piedra convenientemente antes del fraguado.

El enrase y relleno de juntas entre los sillares se verifica del mismo modo que en el asiento á baño de mortero.

Precauciones.—322. Como muchas veces hay que repasar la labra de los paramentos, se acostumbra en algunas obras á sentar los sillares únicamente desbastados por sus paramentos, labrándolos después una vez concluída la obra; y esto es necesario hacerlo cuando hay molduras ó pertenecen á intersecciones de bóvedas ó muros, si no se quiere perder trabajo ó dejar la obra imperfecta.

Asimismo, para evitar que los sillares se desportillen en sus aristas, lo que sucede si éstas sirven de base, se labran unas tiradas en el lecho al rededor de las aristas, dejándolas un poco más rebajadas que lo restante para que sobre ellas no descanse el sillar. Esto mismo tiene que cuidarse de evitar al imprimir un movimiento á la piedra, para lo que el punto de apoyo *a* del barrón ó palanca *(fig. 110)* se procura que esté distante de las aristas ó se defienden éstas con un pedazo de tabla. Este movimiento debe imprimirse solo por la parte del sillar que ha de quedar oculta dentro de la fábrica y donde no pueda notarse el desperfecto que se le ocasione.

Recorrido de paramentos.—323. Concluída una obra hay siempre necesidad de recorrer los paramentos, cuya operación llamada *retundido* se hace con el pico ó con la escoda, empezando por la parte superior.

Los deterioros que la sillería haya podido sufrir con los choques de los materiales, se reparan con betún de cantero (**134**) que se vierte en los desperfectos, labrándose luego que han adquirido consistencia para mejor imitar la piedra. Los canteros ocultan con esto sus descuidos ó los defectos de las piedras, debiendo estar el Director prevenido contra ellos.

324. Al mismo tiempo que la anterior operación se raspa ó *degüella* el mortero de las juntas hasta unos 2 c/m de profundidad y se cubren otra vez con mortero fino, betún ó cemento, por

medio del *palustre ó lengüetilla (fig. 112)* ó del canto de la paleta. Después que ha adquirido alguna consistencia se comprime con un hierro triangular *(fig. 113)* llamado *llaguero* para que se adhiera bien á las piedras y que quede tersa su superficie, dándole la forma entrante *a* de la *fig. 114,* ó el alomado *b, c:* esta operación llamada *rejuntado,* además de dar gran fuerza al mortero, evita en gran parte los efectos de los hielos, en cuyo tiempo debe huirse de hacer el recorrido de las juntas aunque se empleen morteros hidráulicos.

325. Se completa el acicalamiento de la sillería frotándola con un asperón y arena, para quitar las señales de la labra.

Fábrica de sillería desbastada ó de carretales.—326. Pueden hacerse muros con sillares únicamente desbastados ó carretales (**39**) siguiendo en su asiento las mismas reglas que en la sillería labrada; por más que en las juntas haya que poner más cantidad de mortero y que el cuidado para que no se desportillen las aristas sea casi innecesario. Se hace también esta fábrica sin mortero, es decir, *en seco.*

Las juntas se toman en esta fábrica con buen mortero, practicándose el apretado con la paleta ó palustre. Se hace también el rejuntado, pero de sección rectangular, dejando unas como cintas salientes y estrechas á lo largo y en el centro de todas las juntas, que marcan así el despiezo, cuya obra hace muy buen efecto y disimula las asperezas del paramento. Para ello, después de cogidas ó tomadas las juntas sin tener cuidado de que se extienda el mortero por el frente del sillar y cuando ya está casi seco, se coloca una regla en la dirección de la junta y se raya por su borde con la paleta, raspando con el canto de ésta el mortero que haya podido cubrir parte del paramento del sillar, para que quede áspero y no contraste con la tosquedad del desbaste, lo cual se consigue mejor si se da al mortero un color parecido al de la piedra. El otro borde de la cinta se hace análogamente, colocando la regla de modo que cubra el ancho que debe tener.

Fábrica de sillarejos.—327. Esta clase de obra no se diferencia de la de sillería más que en el menor tamaño de las piedras que la componen, pudiendo ser como ella de sillarejo desbastado ó labrado, aunque generalmente solo se labran los paramentos y se dejan desbastados los planos de junta: otras veces se emplean, desbastadas únicamente todas sus caras.

El sillarejo se sienta sobre una capa de mortero de 0^m02 á 0^m03, y se le golpea fuertemente con un mazo hasta que la junta no pase de 0^m01 de espesor. Igualmente se golpea de costado para estrechar la junta con el colocado anteriormente, hasta que no quede entre ellos más de 0^m01 de espacio. Se acuñan bien por

l interior ó cola y se rellenan luego las juntas con lechadas como e ha dicho para la sillería (**319**).

El enrase superior de la hilada para poder sentar la siguiente, e hace con mortero y ripio ó sea piedra partida de pequeña di- aensión. Como de menos importancia que la sillería, esta fábrica uede sentarse sobre cuñas: pero macizando bien los huecos con ipio menudo y mortero introducido con fuerza para que sirva de poyo á la piedra.

Mortero que se emplea en paredes de sillería y sillarejo.— 28. El mortero que se necesita por metro cúbico de sillería es $^{m3}090$ cuando las hiladas son de $0^{m}30$ á $0^{m}50$ de altura, y $0^{m3}075$ uando tienen de $0^{m}50$ á $0^{m}80$. Si el mortero está compuesto de emento y arena en partes iguales entran $0^{m3}100$ (72^{k} de cemen- ɔ y $0^{m3}070$ de arena).

En fábrica de sillarejo se gastan $0^{m3}156$ de mortero de cal y rena, cuando aquél es labrado, y $0^{m3}250$ cuando está en tosco y) mismo se necesita para sillería desbastada. Si se emplea yeso ntran $0^{m3}200$ de polvo.

ARTÍCULO III.

Paredes de ladrillo y adobe.

Denominación y aparejos.—329. La colocación de canto de s ladrillos formando hiladas unas sobre otras, constituye el *pan- rete ó tabique sencillo.* Si el ancho del ladrillo es el espesor de pared, ésta se llama *citara de soga ó de media asta ó tabique,* cuando la pared tiene de espesor la longitud del ladrillo, la cita- ı es *de asta ó citarón.* Las demás paredes se denominan por sus spesores.

Los ladrillos se dice que están colocados *á sardinel* cuando lo tán de canto juntas las caras de los unos con las de los otros cuando están separados formando huecos, la pared se llama *ci- rilla* y también se dice que los ladrillos están dispuestos en *pa- marejo.*

330. La disposición que se da á la colocación de los ladrillos sea su *aparejo* debe ser de modo que haya discontinuidad en s juntas verticales, tanto en el paramento como en el interior l muro, siendo mayor su trabazón y solidez donde mayor sea la terrupción de dichas juntas; pues que en caso de asientos des- uales, la tendencia de los ladrillos á romperse es en la prolon-

gación de sus juntas verticales y encontrará tanta más dificultad cuanto más separadas estén unas de otras.

Cuando la pared es una citara de asta en la que su espesor es el largo del ladrillo, pueden éstos disponerse como los sillares (*figuras 98* y *99*).

Para las paredes de mayor espesor se adopta la combinación de la *fig. 115*, presentando una hilada con ladrillos á soga en el paramento anterior y el resto á tizón, como indican las líneas de puntos, y otra hilada al contrario con los ladrillos de soga en el paramento posterior de modo que una hilada se presenta á soga y otra á tizón. Cuando se quiere mayor trabazón se establece alguna hilada de ladrillos sentados en diagonal, y cruzados si se hacen dos.

Algunos albañiles componen los dos paramentos de ladrillos puestos á tizón, trabando con medios ladrillos que llaman terciados y colocando en el centro todos los pedazos resultantes del terciado, cuyo vicioso sistema deja dividida la pared en tres, siendo fácil que se abran grietas en el espesor.

La fábrica de ladrillo se apareja en ciertos casos de manera que en el paramento se sujeten á ciertos dibujos, empleando ladrillos de distintos colores ó haciéndolos resaltar, imitando en esto á los árabes.

En este caso y cuando se quiera una obra esmerada, es conveniente marcar de antemano una línea vertical en el canto de los ladrillos de paramento que corresponda con el canto de reglones dispuestos del mismo modo en la obra.

Los ángulos ó encuentros de unas paredes con otras exigen un esmero mayor en la trabazón que en los muros corridos. Entre las diversas combinaciones que pueden adoptarse, las *figuras 116 á 118* indican algunas.

331. En remates de muros, la colocación de los ladrillos tiene que ser á sardinel para que no sea fácil levantarlos, pudiendo emplearse las disposiciones de las *figs. 119* y *120*, cuando forman ángulo. Sin embargo, si se quiere seguridad, deben colocarse sillares como indica la *fig. 121*, uniéndolos al macizo por medio de áncoras de hierro empotradas en el sillar y en el macizo ó por medio de cajas como la de la *fig. 104*, donde entre la fábrica de ladrillo.

Cuando el muro termina en talud, se han de colocar los ladrillos también á sardinel; pero normalmente á la inclinación formando endejas, adarajas ó engarjes, como está en la *fig. 122*, pudiendo estribar en un sillar *z* llamado *zapata*.

Las albardillas destinadas á coronar las paredes pueden hacerse de cualquier manera de las indicadas en las *figs. 123* y *124*.

Asiento del ladrillo.—332. En la construcción de los tabi-

ques sencillos ó panderetes, el albañil cubre ó guarnece dos cantos del ladrillo (el lecho y una junta) con la mezcla y en este estado lo coloca en su posición, apretando fuertemente contra el suelo ó la fila inferior de ladrillos sentados y contra la pared que termina el tabique ó el ladrillo colocado anteriormente.

Antes de empezarse á construir un tabique entre dos paredes se hace preciso, para mayor seguridad, que se abra en aquéllas una roza donde encajen los cantos de los ladrillos. Asimismo, cuando se trabaje con yeso no debe cerrarse el tabique por su parte superior sino dejarle cierta holgura durante un día, con el objeto de que el aumento que experimenta el yeso al fraguar, no obre contra los techos, desnivelándolos ú ocasionando un pandeo en el tabique.

333. Para sentar los ladrillos en las demás fábricas, el albañil coge mezcla con la paleta, la extiende é iguala donde el ladrillo ha de colocarse, pero sin borrar la traza del replanteo, y con la otra mano toma el ladrillo, previamente mojado, lo presenta sobre la tortada á unos 0^m03 de distancia del sitio que ha de ocupar y lo hace correr apretándolo al mismo tiempo, con el objeto de que el mortero rebose por todos lados y de que cuando ya hay otros ladrillos sentados, el mortero ocupe bien los tendeles y llagas estrechándolos en lo posible. De este modo, queda el ladrillo bien envuelto y sujeto, condición indispensable cuando el muro deba contener aguas, porque de lo contrario, éstas se filtran por los huecos que se dejan entre los ladrillos.

Muchos albañiles sientan el ladrillo de un modo sumamente vicioso, pues los colocan unos junto á otros apretándolos en sentido vertical con un pequeño golpe dado con el puño ó con el mango de la paleta, y los dejan así con todas sus llagas vacías, que luego es difícil rellenar bién al extender la otra capa de mortero que haya de servir de lecho á la hilada superior.

Esta se construye del mismo modo: pero cuidando de que la tortada de mezcla se quede retirada 0^m02 del paramento para que no se escurra al apretar el ladrillo y de que éste no salga del plano vertical ó inclinado de su paramento.

Las hiladas deben llevarse horizontalmente, no empezando una mientras la inferior no está terminada, por ser esto de suma importancia para que el asiento se verifique con igualdad y no resulten cuarteos ó grietas. Este nivel debe comprobarse á ciertas alturas, especialmente cuando falten dos ó tres hiladas para el enrase de los pisos con objeto de que sea fácil hacerlos á nivel.

Una condición precisa en esta clase de fábrica es emplear el mortero suelto y mojar además el ladrillo, porque absorbe mucha agua. Donde el ladrillo es bueno, se le tiene sumergido durante

algunas horas antes de su empleo; pero donde es de mala calidad, no puede hacerse esto y se les moja, según se van necesitando, en una artesa que se tiene á mano ó por medio de una escoba, hisopo ó regadera después de sentados.

Cuando el ladrillo ha de quedar aparente se *descafila ó escafila*, es decir se le quitan las desigualdades que tenga, y después de colocado, se hace el rejuntado de las llagas y tendeles como en la sillería (**324**). En las fábricas que han de tener cubierto el ladrillo, se dejan, al asentar éste, todas las asperezas posibles para que se adhiera el mortero á ellas.

Ladrillo agramilado y terra cotta.—334. En ciertas construcciones esmeradas se hacen los tendeles lo más estrechos posible, exigiéndose que no pasen de 0m007. Para conseguirlo, se emplean morteros finos en que se ha pasado por tamiz la cal y la arena. En ciertas obras donde se desea presentar un vistoso frente, se emplean ladrillos perfectamente fabricados ó de poco tendel *(fig. 125)*, los cuales tienen en las caras que han de servir de lecho y sobrelecho, un rebajo *R* con el objeto de que el mortero que los sujete esté encerrado en esta cavidad, presentando así una junta finísima al exterior. Además tienen raspados los cantos que han de quedar á la vista sobre una piedra de arena y sacadas perfectamente sus aristas. Se procura que el espesor de las juntas sea uniforme de unos 0m002 con el objeto de hacer la fábrica bien á hueso. El ladrillo dispuesto así se llama *agramilado*, y donde es de buena calidad forma una fábrica muy sólida al par que vistosa pero de gran coste y que imitan los pintores en las fachadas.

Para que los ladrillos no se manchen con el mortero, que es difícil quitar después, se le contiene en el paramento con unas reglitas mientras se sienta cada ladrillo.

Paredes sordas y abrigadas.—335. Tienen la propiedad de no dar paso á los sonidos, al calor ni al frío, las paredes construídas con ladrillos huecos *(figs. 126 y 127)* por la capa de aire que tienen dentro, ó las que se forman de panderetes en los paramentos, enlazados á trechos con otros trasversales para darles estabilidad.

Se construyen en el Norte las fachadas formándolas de una pared exterior, cuyo grueso es el largo del ladrillo, y de un tabique por el interior.

También se hacen impenetrables al ruído los tabiques y al mismo tiempo muy ligeros, empleando ladrillos porosos (**55**) ó los que se fabrican con corcho.

Paredes de adobes.—336. Las paredes de adobe se construyen idénticamente á las de ladrillo, pues que la diferencia no

está más que en la cochura. Se comprende que los adobes no pueden mojarse, pero sí deben rociarse al extender la capa de mezcla.

Se emplean para trabar los adobes, mezclas de yeso, de cal y arena y de tierra según sea la perfección que quiera conseguirse

No pueden empezar á levantarse esta clase de paredes á flor de tierra, porque ésta con su humedad atacaría los adobes perdiendo su consistencia, y se libran de ella levantando un zócalo de mampostería ú otra fábrica.

Mortero que se emplea en la fábrica de ladrillo.—337. El mortero que se necesita para cada metro cuadrado de tabique de panderete es de unos $0^{m3}016$, ó sean de 37 á 43 kilogramos de yeso. Cuando el tabique es doble se invierten 65 kilogramos.

En las paredes ó citaras de media asta ó soga entran de $0^{m3}280$ á $0^{m3}355$ de mortero por metro cúbico y $0^{m3}230$ á $0^{m3}476$ en las de asta. Haciendo uso del yeso entran 679 kilogramos en el primer caso y 945 cuando tienen mayor espesor, llegando á 1235 cuando se hacen de medios ladrillos.

En las demás paredes se invierten de $0^{m3}200$ á $0^{m3}250$ y hasta $0^{m3}180$ de mortero por metro cúbico, aumentando en $^1/_5$ cuando se emplean medios ladrillos.

Empleando mortero hidráulico se necesitan $0^{m3}300$ de mezcla compuesta de 226 kilogramos de cemento y $0^{m3}220$ de arena.

ARTÍCULO IV.

Paredes de mampostería.

Mamposterías.—338. La obra ejecutada con piedras irregulares no sujetas á orden ni medida y que pueden colocarse á mano, se llama *mampostería,* y según sea más ó menos exacto el ajuste de unas piedras con otras así se denomina mampostería *concertada, careada* ú *ordinaria.*

Mampostería concertada ó reglada.—339. Es la obra que se hace con piedras cuyos frentes, labrados á pico, presentan figuras poligonales que se ajustan entre sí *(fig. 128),* teniendo labradas (aunque toscamente), según planos, las caras de contacto de unas con otras para que asienten bien y tengan completa estabilidad.

Para la ejecución de esta fábrica se extiende sobre la base una tortada de mezcla de $0^{m}03$ á $0^{m}05$ de espesor, y se colocan los mampuestos de modo que sus caras de frente coincidan con las líneas del replanteo y con los cordeles ó tendeles que marcan

el paramento: se golpean con el martillo *(fig. 129 ó 130)* hasta que el espesor de la capa de mezcla se reduzca á 0^{m}01 y luego se acuñan ó calzan por el interior para que no tengan movimiento. Los mampuestos del interior se sientan por su mejor base á baño de mortero, golpeándolos con el martillo, y se rellenan de mezcla los huecos que queden, introduciendo después en ellos piedras más pequeñas á martillazos para que no quede hueco alguno, igualando después con ripio. Se buscan luego piedras que ajusten bien por el paramento con las anteriores, dándoles para ello la forma necesaria por medio de una labra tosca, y después de limpio y mojado el lecho que las ha de recibir, se extiende sobre él una tortada de mezcla y se procede á su asiento como el de las inferiores, cuidando que cubran sus juntas ó las traven.

Para que no puedan resbalar unas piedras sobre otras hácia fuera, se procura que su asiento sea estable, valiéndose del martillo y de cuñas convenientemente colocadas: en los extremos del muro se disponen horizontales los lechos.

A esta clase de fábrica pertenece la mampostería formada por hiladas horizontales de piedras, con el frente rectangular. Se asientan del mismo modo que las poligonales, procurando colocarlas á tizón y soga, y que como todas se hallen á juntas encontradas con las inferiores.

Las lanchas, lajas ó rajuela (**39**) que se emplean para formar paredes por hiladas delgadas se sientan sobre una tortada de mezclaque se reduce al apretar las piedras, cuidando de que las juntas de las superiores no se correspondan con las inferiores. Las caras que han de formar los paramentos se apiconan por lo general si no han de cubrirse con mezcla.

340. Del mismo modo que en la sillería, conviene disponer á trechos unos perpiaños ó llaves (**314**) que abracen á ser posible los dos frentes de la pared, ó que estén dispuestos de tal modo *(fig. 131)* que los enlacen por medio de otra piedra *c c*, pues de lo contrario, como los mampuestos de los haces se sientan con menos mortero ó más á hueso que el relleno interior, constará la fábrica de tres partes, cada una de las cuales hará asiento diferente en proporción al mortero que tenga, separándose primero parcialmente unas de otras piedras y produciéndose por fin grietas paralelas á los paramentos que hagan del muro tres secciones, incapaz cada una de por sí, de mantenerse en equilibrio.

Mampostería careada.—341. Así se llama la fábrica compuesta de piedras irregulares que tienen apiconadas por el cantero las caras que han de formar el paramento de la obra y regularizadas por el albañil con el corte del martillo las caras de contacto de unas con otras.

Los mampuestos de paramentos se sientan por su mejor base y se calzan ó acuñan para formar aquéllos con su correspondiente cara: se procede luego como en la mampostería concertada, sin olvidar la colocación de perpiaños que abracen ó enlacen los dos paramentos.

Mampostería ordinaria.—342. Esta obra admite toda clase de piedras sin preparación alguna, empleándose tal como salen de la cantera.

En su construcción deben seguirse en lo posible los mismos principios que rigen para las demás fábricas, sentando las piedras del modo que más estabilidad tengan y que cubran las juntas de las inferiores. Los mampuestos se golpean fuertemente para que asienten bien y refluya la mezcla por ser ésta el principal enlace de esta fábrica.

La obra se ejecuta por bancos generalmente, buscando para cada uno mampuestos de la misma altura, enrasando luego con piedras menores introducidas á martillazos en la mezcla. Si no se lleva la obra por bancos se procura que los mampuestos encajen entre los ya colocados con el intermedio de mezcla y ripio.

Empleo del yeso en las mamposterías.—343. Esta mezcla obliga á introducir algunas modificaciones en el modo de obrar por su pronto fraguado. Se preparan los mampuestos correspondientes á una extensión dada de paramento colocándolos en seco: se levantan dos ó tres de ellos dejando los demás intactos para no tener luego que buscarlos y se vuelven á sentar sobre una tortada de yeso extendida previamente, acuñándolos ó calzándolos al mismo tiempo donde sea necesario, pero todo con ligereza para no dar tiempo á que el yeso se muera. Se continúa del mismo modo con los demás mampuestos de los frentes y con los que exija el interior y luego se rellenan los huecos con yeso y ripio.

Algunos albañiles asientan bien las piedras de los paramentos y luego rellenan el interior con mampuestos en seco sobre los que arrojan el yeso, dejando necesariamente huecos que perjudican á la solidez de la fábrica sin que empleen menos yeso.

Empleo de ladrillo y de hierro.—344. Generalmente, cuando las paredes tienen alguna elevación, los enrases á cada metro de altura próximamente se hacen con hiladas de ladrillos *vv*, *(figura 132)* llamadas *verdugos* ó *verdugadas* y que no deben ser menos de dos para que establezcan una especie de tablero unido que cubra completamente todas las juntas de las piedras, evitando que las grietas que pudieran abrirse en la mampostería, á consecuencia de la dificultad de que los mampuestos se hallen bien á juntas encontradas, puedan comunicarse de una á otra hilada, lo cual sería peligroso.

345. En algunas obras, suele fortificarse la mampostería con grapas ó áncoras (*fig. 133*) bien empotradas con plomo, morteros ó cementos y que unan los tizones *T*, *T* de ambos paramentos ó uno solo con otra piedra del interior que tenga grandes dimensiones. También se pueden establecer en los haces, hiladas de sillares unidos por grapas ó áncoras, ó si la fábrica no tiene más que un paramento visible, pueden sujetarse las áncoras por un lado á los sillares del frente y por el otro á grandes piedras del interior.

En cornisas y cuerpos muy salientes se refuerzan con hierro cuando los mampuestos no tienen la suficiente entrega en la pared para sostenerse.

Rejuntado de paramentos.—346. Concluida la fábrica, ó al tiempo de irla levantando, se cogen las juntas de los paramentos con mortero fino ó con el mismo que rebosa del asiento de las piedras, apretándolo con la paleta, palustre ó llaguero lo que se pueda cuando ya tiene alguna consistencia.

Es también muy general señalar las juntas por medio de las cintas, como para la sillería desbastada (**326**) y algunas veces hasta se les incrustan vidrios ó pequeños pedazos de piedra de un color muy diferente que parece un claveteado, diciéndose entonces que el paramento es *historiado*.

Si los paramentos han de ir cubiertos con mortero en toda su extensión, se dejan las juntas sin tomar con todas las asperezas de la piedra y del mortero de asiento para que aquél se adhiera.

Muros de piedra seca ó en seco.—347. Son los construidos sin mezcla alguna, empleándose en el cerramiento de fincas con el nombre de *hormas ó albarradas*, y en el sostenimiento de tierras en cuyo caso son muy ventajosos porque las aguas de lluvia salen por las juntas de las piedras que de este modo sirven de cantimploras, secándose así el terraplén con más prontitud.

Como en esta fábrica falta la mezcla que liga unos á otros los materiales, tiene que hacerse con más esmero que las en que se emplea, debiendo asentarse las piedras por su mejor lecho para darles la máxima estabilidad, calzándolas convenientemente para que descansen bien y acuñando y ripiando todos los intersticios con el objeto de que la piedra esté sólidamente sentada y sujeta en su sitio.

Mortero que entra en la mampostería.—348. El mortero que se necesita por metro cúbico de mampostería concertada es $0^{m3}320$ si está compuesto de cal y arena. Cuando se emplea arena y cemento por partes iguales en la mezcla, se gastan $0^{m3}410$ (300^{k} de cemento) y $0^{m3}280$ de arena. Empleando yeso, entran $0^{m3}250$ medido en polvo.

En el repaso de juntas entran de $0^{m3}010$ á $0^{m3}020$ por metro cuadrado.

En mampostería ordinaria y careada se emplean de $0^{m3}300$ á $0^{m3}400$ de mortero de cal y arena ó $0^{m3}320$ de yeso en polvo, no pasando el volumen de los mampuestos de $0^{m3}003$. Si la mezcla es de arena y cemento por partes iguales se gastan de $0^{m3}330$ de cemento (238^{k}) y $0^{m3}240$ de arena.

En mampostería de cimientos se invierten $0^{m3}536$ de mortero y $0^{m3}900$ de piedra y empleando canto rodado entran $0^{m3}250$ de mezcla ó sean 456^{k} de cal y 437 de arena.

ARTÍCULO V

Paredes de hormigón y de tierra ó tapias.

Paredes de hormigón.—349. La pequeñez de los elementos que constituyen el hormigón hace imposible su colocación en obra si no es conteniéndolos artificialmente mientras toma la fábrica algo de cuerpo. Así que, se emplea, ó moldeado en piedras artificiales (**139**) cuyas reglas de asiento son las de las naturales (**318** á **322**) ó se echa en cajones ó moldes que afectan la figura de la pared, donde se extiende y fragua, de modo que la obra se presenta después del endurecimiento como un monolito, es decir, de una sola pieza. Este último medio es más racional que el anterior, el cual tiene los inconvenientes sin las ventajas de la sillería.

El hormigón se emplea en la construcción de paredes y en la fabricación de molduras y resaltos, estando indicado principalmente siempre que se trate de obtener en el menor tiempo posible, habitaciones sanas y secas y no haya en la localidad otros materiales sino es con un gran costo.

350. Para ejecutar estas paredes, se hace uso de moldes llamados *tapiales (fig. 134)*, compuestos de dos tableros *T, T* que forman los paramentos y descansan en unos travesaños ó *agujas s, s,* manteniéndose á plomo por unas piezas verticales ó *almas A, A, A,* las cuales están separadas mediante unos virotes ó codales *C, C* que marcan el grueso de la pared y se ajustan con una cuerda retorcida y una clavija.

351. En este molde se extiende el hormigón por capas delgadas que se aprietan suavemente con un *pisón de cuña (fig. 135)* que entre bien en los ángulos, cuidando de echar contra los tableros el hormigón más graso y de piedra más menuda para formar

los paramentos de la pared. Si el mortero es hidráulico, el trabajo se verifica desde un andamio superior á fin de que los trabajadores no pisen el hormigón. Lleno un tapial, se aflojan las cuerdas *D, D (fig. 134)* para desarmarlo y ponerlo á continuación con objeto de proseguir la obra, cuidando de unir bien el nuevo hormigón con el anterior, para lo que si es necesario, se raspa y humedece éste á fin de que no se conozca la junta.

El apisonado debe hacerse con tino para no conmover el hormigón inferior que puede ya haber fraguado, en cuyo caso se agrietea perdiendo la unión. Cuando el hormigón es hidráulico, no debe apisonarse de ningún modo, cuidando de rellenar bien con una paleta los ángulos ó entradas que tengan los cajones. En todos casos, debe procurarse que el endurecimiento se haga con lentitud rociando de continuo la obra ya ejecutada ó cubriéndola con telas mojadas, porque si nó, se seca el exterior formando una costra que impide la entrada del aire al interior.

Al construir una bancada de hormigón sobre otra, se limpia y moja el que está ya fraguado y se extiende una capa de mortero fresco para que se adhiera la nueva fábrica, teniendo cuidado de que la unión de los cajones caiga sobre el medio del inferior para que las juntas estén encontradas: cuando haya de formarse ángulo se deben construir en trabazón, es decir, que los extremos de los cajones han de cubrir y ser cubiertos alternativamente, avanzando unos ú otros para formar la esquina ó parte del muro en ángulo. Mejor trabazón se consigue disponiendo los cajones de modo que abarquen parte de los muros que se cruzaren.

La construcción de las bancadas debe hacerse seguida, no empezando con la superior sin estar terminada la que está debajo con el objeto de evitar la diferencia de asientos que se traducen luego en grietas.

Cuando hay necesidad de interrumpir el trabajo, se dejan las capas de hormigón en escalones inclinados á fin de que la obra siguiente se una y trabe con la anterior; y si ésta se halla ya seca, se limpia perfectamente la superficie del escalonado y se le aplica encima mortero fresco sobre el que se extiende el nuevo hormigón.

352. Generalmente el hormigón se interrumpe de cierta en cierta altura por medio de hiladas ó verdugos de ladrillo, que como se ha dicho para la mampostería ordinaria (**344**) cubran todo el espesor de la pared sirviendo de trabazón.

También los ángulos y uniones con otros muros se amparan con fábrica de ladrillo ó de sillarejo dispuesta como indica la *figura 136,* de manera que traben ambas fábricas y á cuyos refuerzos así formados se llama *machos de mayor y menor.*

Los resaltos ó molduras se hacen con moldes aparte ó en la misma obra, cuidando de que sean de superficies lisas y redondeadas sin huecos ni ángulos agudos, y de que en su formación se reparta convenientemente el material.

Paredes de mezclas diversas.—353. No solo con mortero de arena y cal ó cemento se hace el hormigón para la construcción de paredes sino que se emplean las mezclas varias de que se ha hablado (**145**) valiéndose de los tapiales y formándolas de capas delgadas que se apisonan ó no, según la hidraulicidad de los morteros. El apisonado fuerte, cuando éstos lo consienten, produce una compresión que aumenta la solidez.

Paredes de tierra ó tapias.—354. La tierra para hacer esta clase de fábrica debe buscarse ni muy grasa ni muy magra, no siendo obstáculo el que tenga algo de arena ó piedrecillas y menos si éstas son angulosas. Humedecida, ha de conservar la forma que la mano le dé al apretarla, sin que se pegue á los dedos. Es un indicio de su buena calidad, cuando removida con un pico ó azadón se abre en terrones que es preciso desmenuzar. No debe tener tampoco mezcla de raíces ó yerbas, que pudriéndose, dejan luego intersticios ó huecos, pero no le perjudica la paja que en ciertas tierras impide que se agrietee la obra.

Esta construcción es muy útil en países cálidos: las tapias hacen frescos los edificios en el verano y abrigados en el invierno: son de poco coste y pueden hacerse y habitarse al poco tiempo. Su duración, si está bien hecha, es de siglos.

355. En la construcción de estas paredes se emplean los mismos cajones ó tapiales que para las de hormigón; pero sin los tableritos de los testeros, para que abandonadas las tierras á sí mismas, formen planos inclinados mediante los cuales, las tierras de una tapia se puedan ligar con las de la anterior. De lo contrario, se abren las uniones al secarse la tierra y quedan separados unas de otras.

Para llenar los cajones se desmenuza bien la tierra y se la pasa por zaranda, con el objeto de que no queden piedras mayores de una castaña. Se la humedece ligeramente y solo lo necesario para que forme miga; es decir, para que apretada con la mano adquiera la suficiente consistencia y no se deshaga la forma que se le hubiere dado. Es la misma humedad que tiene la tierra á medio metro de profundidad.

Se extiende en el tapial por capas de $0^{m}10$ de espesor que se apisonan fuertemente con el pisón de cuña hasta que dá un sonido seco que es cuando se reduce á la mitad de volumen. De este modo, inmediatamente después de concluída una tapia pueden sacarse los tableros y proseguirse la obra á continuación.

Así como en las paredes de hormigón, los tapiales de tierra

deben hallarse unos sobre otros á juntas encontradas y aquí además los planos inclinados de unión de un banco han de estar en dirección opuesta á los del anterior. La misma trabazón debe procurarse en los encuentros de muros, pudiendo ponerse para más seguridad pedazos de tabla en uno y otro sentido que establezcan continuidad y eviten la separación. Sin embargo, esto rara vez sucede, pues que generalmente se defienden con adobe ó ladrillo todos los ángulos de cualquiera clase que sean, guarneciendo los vanos de puertas y ventanas con madera en ciertas localidades.

Cuando se continúa una tapia después de haber pasado tiempo para que la anterior se haya secado, debe picarse la superficie de contacto para su mejor unión, ó más bien extender una capa de mortero.

Tapias reforzadas.—356. La tapia se denomina *real* y adquiere bastante consistencia cuando en vez de agua para humedecer la tierra se emplea lechada de cal ó se extiende cal apagada en polvo, que con la humedad fragua al cabo de cierto tiempo. Otras veces se echa mortero contra los tableros del tapial antes de extender cada capa de tierra con la cual se mezcla al apisonarla formando en los paramentos una costra, por lo que se llama esta tapia *calicostrada.*

También se extiende sobre cada bancada una tortada de mezcla antes de construir la superior ó se pone una hilada de ladrillos mezclando de trecho en trecho algunos de ellos en la tierra en los paramentos, para que agarre á ellos la mezcla cuando han de revestirse de un revoco.

357. Las paredes de tierra se refuerzan por lo general con fábrica de mampostería ó ladrillo, que se dispone en los ángulos formando aristones y en las jambas de puertas y ventanas y algunas veces á trechos, haciendo machones que se llaman *rafas,* y son adentellados ó sea de mayor y menor *(fig. 136).*

Advertencias sobre las tapias.—358. La dureza y la solidez de la tapia varía, por decirlo así, de una á otra y de la mañana á la tarde, dependiendo de la destreza y fuerza de los obreros que no trabajan siempre del mismo modo. Por la mañana, la obra hace asiento con solidez, pero á la caída de la tarde, el cansancio hace que sea menor el esfuerzo del trabajador y de aquí una especie de imperfección en la obra.

Cada cuadrilla no debe hacer más de 6 á 7 metros cúbicos al día si la tapia ha de ser sólida. Lo que se adelante de esto cae en perjuicio de la obra.

La lluvia es un inconveniente para la perfección de esta fábrica que le ataca principalmente si se halla recien construida, por lo que es de muy poco ó ningún uso en países lluviosos.

Como en las paredes de adobes (**336**) tampoco las tapias deben levantarse á flor de tierra sin el intermedio de un zócalo ó pie de aguja de mampostería, aunque en seco, que las preserve de la humedad.

ARTÍCULO VI

Fábricas mixtas y paredes de hormigón ó cemento armado.

Combinación de fábricas.—359. Las diferentes clases de fábrica de que se ha tratado, se combinan muy frecuentemente entre sí, ya para dar más solidez á la obra, ya para hacerla más económica ó darle un aspecto variado.

Las verdugadas y los machones de ladrillo en la mampostería (**344**) así como en el hormigón (**352**) y en las tapias (**357**) son en rigor fábricas mixtas, del mismo modo que las fachadas cuyos zócalos, plintos, cornisas y pilastras se construyen de material distinto que los macizos restantes.

En las fábricas de cantería, de espesor algo considerable, se forman los paramentos de sillería *(fig. 137)* y el interior de sillarejo, de ladrillo, de mampostería ó de hormigón; y en estos casos, los sillares han de formar soga y tizón alternativamente para que traben con la fábrica interior, estableciendo además de cierta en cierta altura hiladas de sillería cuajada que unan uno y otro paramento ó cuando menos perpiaños (**314**) de trecho en trecho.

Las mismas combinaciones pueden hacerse con el sillarejo cuando éste constituye los frentes, pudiendo ser el interior de ladrillo, de mampostería ó de hormigón.

Si el ladrillo forma los paramentos, puede hacerse su interior de mampostería ú hormigón, estableciendo la misma trabazón que en la sillería; pero formada aquí con varias hiladas de ladrillo y uniendo ambos haces de cierta en cierta altura con verdugadas.

La combinación se establece también por hiladas horizontales, haciendo cada una de distinto material ó alternando dos solamente, resultando así un paramento fajeado muy vistoso cuando son de distinto color ó matiz.

Es muy común construir de sillería, sillarejo ó ladrillo las esquinas ó aristones y de trecho en trecho unos machos ó pilastras que se unen á las esquinas por medio de fajas horizontales del mismo material, formando un encajonado con cadenas verticales y horizontales: mas si bien éstas tienen la ventaja de que traban en toda su extensión las fábricas de menores materiales sobre los que

reposan, los machos y aristones ó sea las cadenas verticales, aunque dan solidez en los puntos en que se encuentran, hacen menos asiento que los cajones, despegándose la una fábrica de la otra, por lo que deben emplearse sólo cuando sobre esos puntos hayan de estribar ó cargar mayores esfuerzos que sobre el restante muro. Lo mismo las cadenas horizontales que las verticales, resaltan generalmente del paramento dando á la obra un aspecto robusto.

Construcción de la fábrica mixta.—360. Se aminoran los efectos que la desigualdad de asiento produce entre una cadena vertical y el muro que refuerza, haciendo la junta *a* (*fig. 138*) con un espesor de unos $0^{m}04$ cuyo mortero ha de fraguar más lentamente que el del resto de la fábrica y procurando por el contrario que la junta *c* esté á hueso, y de este modo cuando hace más asiento la fábrica de pequeños materiales que la de sillería, se comprime la mezcla puesta en *a* por la poca dureza que ha adquirido y permite el movimiento de la fábrica, agrandándose entonces las juntas inferiores *c* de la adaraja, las cuales se rellenan al hacer el rejuntado.

Al construir los machos y aristones de mayor y menor, se debe empezar en la parte inferior por la mayor longitud; y si el macho es de cantería colocar de soga el primer sillar, llamado entonces mayor, y de tizón el superior (menor), debiendo tener éste $0^{m}20$ de menos longitud que el otro. Si se trabaja con yeso no deben guarnecerse las juntas de las cadenas á la vez que se levanta la construcción, evitando además que los mampuestos descansen sobre las adarajas de los machos, á fin de dejar libre el asiento de la fábrica de pequeños materiales, es decir, la hecha con yeso: se rellenan todas las juntas cuando todos los asientos se han verificado. Cuando los machos forman ángulo, la hinchazón del yeso al endurecerse los desbarataría empujándolos al vacío; por lo que, en este caso menos que en los otros, no deben guarnecerse de yeso las juntas dichas sino dejarlas de $0^{m}06$ de anchura.

361. En todos casos, no deben nunca mezclarse materiales muy resistentes con otros muy débiles; porque prescindiendo de lo ridículo de este contraste, donde se vé á la vez economía y lujo, presenta el grave inconveniente de la desigualdad de los asientos que afecta á la solidez de la obra. Siempre debe procurarse la mayor trabazón de unos materiales con otros.

Las fábricas de sillería y sillarejo hacen menor asiento que las de ladrillo y menos aún que las de mampostería y hormigón, en atención á la menor cantidad de mortero que tienen y que es lo que puede comprimirse.

La construcción debe ser tanto más esmerada cuanto más de

prisa se verifique y peor sea el material que se emplee, pues que siendo mayor el asiento que hace en ambos casos, no puede menos de producir cuarteos en la unión de unas fábricas con otras. En la combinación de la sillería con la mampostería, por ejemplo, aquélla hace un asiento casi nulo, mientras que el de ésta es muy considerable, por lo que debe dejarse tiempo á ésta para que lo haga antes de cubrirla con la hilada de sillería. De lo contrario, la mampostería se despega de la sillería si la altura de la construcción es algo considerable. No sucede lo mismo en la unión del ladrillo y la mampostería, porque siendo poca la diferencia de sus asientos, traban bien con un poco de esmero que haya en la ejecución de la mampostería. Las verdugadas de ladrillo por la pequeña dimensión de este material se someten en este caso sin obstáculo casi á las inflexiones que el diferente asiento de la mampostería le hace tomar sin que se produzcan grietas.

Tabiques y paredes de cemento ú hormigón armado.—362. Aplicando este material (**140**) cuando se quiere construir un tabique, se disponen varillas bien tirantes separadas de 0ᵐ30 á 0ᵐ60, y se forma con alambre grueso una red ó enrejado que se sujeta fuertemente á los muros ó postes que limitan el tabique. Se coloca después verticalmente y á unos 0ᵐ02 de distancia de la red un tablero y se arrojan paletadas de mortero de cemento muy espeso, sacudiendo á la vez el enrejado para que no queden huecos, y finalmente se completa el espesor tendiendo el mortero necesario con la paleta. En vez del alambrado antedicho se emplean también los hierros deploye y el inclave (**141**).

363. Valiéndose de postes y vigas de hierro que soporten las cargas pueden hacerse paredes de 0ᵐ10 de espesor colocando dos enrejados enlazados á trechos y un tablero continuo en un paramento formando el otro por medio de tablones que se van elevando á medida que sube el relleno entre los enrejados. El paramento interior de estas paredes que no han de resistir las variaciones atmosféricas, puede formarse de yeso, empleando entonces el alambre galvanizado.

ARTÍCULO VII

De los vanos y arcos.

Vanos ó huecos y arcos.—364. Para dar paso, luz ó ventilación, se dejan en las paredes los *vanos ó huecos*, los cuales pueden ser de *puerta ó balcón* si arrancan del piso, y de *ventana*

cuando no. Sus formas son muy variadas así como la proporción entre la altura y su *luz* ó ancho variando por ello sus denominaciones y también según el objeto que han de llenar y su situación.

Los vanos se cierran por la parte superior con una pieza horizontal llamada *dintel* ó con varias, en cuyo caso toma el nombre de *arco* y sus distintas piezas ó *dovelas* tienen sus juntas dirigidas á un centro, ó á varios.

Es arco *adintelado, á regla ó á nivel* es el que presenta plana su parte inferior *a r (fig. 141)*, de *medio punto* el que la tiene de media circunferencia *(fig. 142)*, y *escarzano* el que no llega á ella *(fig. 143)*. (*) El *árabe ó de herradura* tiene más de medio círculo *(fig. 144)*. Además de arcos de círculo se emplean *parabólicos*, cuya curva es una parábola, y *elípticos* si es una elipse ó *de vuelta de cordel* porque con éste se trazan.

El arco se forma también de dos ó más curvas, como el *apuntado ú ojivo (fig. 145)*, el *carpanel ó apainelado (fig. 146)* (**) y el *de pies desiguales ó por tranquíl (fig. 147)*. Finalmente varía mucho el contorno inferior que se da á los arcos y toman por ello diferentes nombres.

En general, un arco se dice *rebajado* cuando la flecha, sagita ó altura es menor que la semiluz siéndolo al tercio, al cuarto, etc., según sea la relación entre dicha sagita y la luz. Es arco *peraltado* el que tiene más altura que semiluz.

Partes que constituyen un arco y su despiezo.—365. El nacimiento *a, b,* figuras anteriores, de donde parte el arco son sus *arranques*, llamándose *intradós* á la superficie inferior *a c b* y *trasdós* á la exterior ó superior *g e d*: la separación de ambos constituye el *espesor*.

(*) El radio se determina por la expresión $R = \frac{L^2 + F^2}{2F}$; donde L es la semiluz, y F la flecha ó sagita.

(**) Esta curva tiene sus dos arcos de arranque como los de medio punto con su tangente vertical.

Para que los arcos de círculo, en número siempre impar, no presenten *garrotes* en su unión, los centros de dos arcos sucesivos deben encontrarse en la misma línea que pasa por el punto de contacto de los dos arcos; y los rádios que confluyen á estos puntos, deben hacer ángulos iguales entre sí y al cociente de 180° por el número de los arcos que deben componer la curva. Así, según que ésta sea de 3, 5 ó 7 centros, los diversos rádios formarán respectivamente entre sí ángulos de

$$\frac{180°}{3} = 60°, \text{ de } \frac{180°}{5} = 36° \text{ y de } \frac{180°}{7} = 25° \ 42'51''$$

Las diferentes piezas ó dovelas de un arco deben ser en número impar para que haya una central *C (fig. 142)* que lo cierre, á la que se da el nombre de *clave,* siendo *contraclaves* las adyacentes. Las dovelas *A, A,* que descansan sobre los arranques teniendo un lecho *ar* horizontal y otro *o n* inclinado se llaman *almohadones,* tomando el nombre de *salmeres* en los arcos escarzanos si forma también parte del estribo: la parte comprendida entre estas piezas y la clave son los *riñones* del arco.

366. En el despiezo de un arco adintelado *(fig. 141)* debe tenerse presente que cuanto más bajo se halle el centro *C* más se aproximarán al recto los ángulos que forman sus juntas en el intradós, y menos expuestas estarán á desportillarse las dovelas. El número de éstas no debe bajar de tres empleando sillería, y si hubieran de hacerse más se procurará que el espesor vaya creciendo desde los arranques á la clave, teniendo presente que la resistencia del arco depende solamente del espesor *ov,* siendo indiferente antes bien perjudicial la parte inferior, por lo que ésta puede ser vertical aunque no conviene por la dificultad de la labra. Por esta causa tampoco debe adoptarse en los arcos el despiezo *á montacaballo* según se indica en *B* sino que deben cortarse como se ve en *A.*

Al despezar un arco se debe tener presente el empuje que ocasiona en las paredes donde estriba y de que se hablará al tratar de los pertenecientes á las bóvedas.

Estructura y guarnición de los vanos.—367. Estos deben ensanchar hacia el interior del edificio en la forma que se indica en la planta de la figura, con el fin de que den bien el paso á la luz y que se abran cuanto cabe las hojas de madera con que se cierran estos vanos, lo que se consigue principalmente con el *derrame r n.* En el ángulo *nea* llamado *alfeizar* y *mocheta* se aloja el cerco de la puerta: la parte restante *a a'* llamada *telar* forma ángulo recto unas veces y otras obtuso con el paramento de la pared.

El arco que cubre el derrame *d b n r* se llama *capialzado* y toma formas muy varias *(figs. 148, 149* y *150).* Al trazarlo es preciso que su arco de cara *a c b* tenga sus arranques *a, b* más altos que el punto *x* del cabezal de la puerta que al abrirse corresponde al *a, a* para que pueda hacerlo sin tropezar con el capialzado.

368. Los vanos se *guarnecen* ó acompañan generalmente con unas fajas salientes *J (fig. 151)* llamadas *jambas* que descansan sobre un *umbral* el cual toma el nombre de *repisa R* cuando pertenece á una ventana ó balcón, como en la figura.

Cuando la luz de un vano se salva con un arco *(fig. 142),* la

banda curva ó corona, se llama *archivolta*, cuya moldura puede ser continuación de la de la jamba *J* ó hallarse interrumpida por una *imposta I* y también unida á ella *(fig. 143)*. Sobre el dintel y como para preservar los vanos de la acción de las lluvias, se disponen unas cornisas ó *guardapolvos gd (fig. 151)*, á los que se da formas muy varias, apoyándolas, cuando tienen mucha salida, en *ménsulas ó cartelas N* (*)

Construcción de los vanos.—369. La ejecución de los arcos que cubren los vanos tiene que sujetarse á las mismas prescripciones que se darán más adelante para la construcción de las bóvedas.

Empleando madera ó piedra de poca resistencia en forma de dintel para salvar un vano, se les debe aliviar del peso de la fábrica superior por medio de arcos *de descarga D, (fig. 152)* que apoyen fuera de aquellas piezas para que sean independientes y tengan más estabilidad.

Cuando los dinteles han de salvar luces mayores de $1^{m}50$ ó han de aguantar la carga de un suelo, se emplean hoy vigas de hierro de doble T colocando una en cada paramento y las intermedias que se crean necesarias, todas las cuales deben enlazarse de metro en metro por pernos, rellenando luego de fábrica el espacio intermedio. Las vigas descansan en los muros sobre losas resistentes, planchas ó palastros bien asentados horizontalmente y recibidos con mortero de cal ó cemento.

Generalmente, se construye el contorno de los vanos de un material mejor que lo restante, siendo por lo común de sillería, que en este caso puede asentarse sin mirar á su lecho de cantera, en atención al poco peso que tienen que soportar. Las aristas ó ángulos salientes, especialmente las del derrame con el paramento interior, se defienden muchas veces, al mismo tiempo que se adornan, con listones moldurados de madera, con planchas ó con hierros angulares; y en las puertas cocheras se labran los umbrales de manera que encarrilen las ruedas, colocándose además en los extremos unos *recantones* ó *guardacantones* de piedra ó hierro generalmente fundido que proteja las jambas.

Cercos de madera.—370. Para que en su día puedan colocarse las puertas y ventanas, se asegura en el espacio que han de ocupar un cerco formado de dos largueros *ab*, *ab*, *(fig. 155)* ensamblados en una solera *aa* y sujetos por su parte superior con un travesaño ó *cabecero*, *bb*. Si no tiene solera el cerco, se clava provisionalmente en la parte inferior de los dos largueros ó pier-

---

(*) La ménsula se diferencia de la cartela en que aquélla tiene más vuelo que altura y ésta es de altura mayor que su salida.

nas un listón para que conserven su paralelismo, mientras se asegura en su sitio. Las piernas se aploman ó ponen verticales sirviéndose de la plomada, la cual se aplica á las caras labradas de las piernas (frente y costado) comprobándolo con el nivel de albañil *n v* que indica si está horizontal el cabecero.

Los cercos no conviene colocarlos en la fachada cuando se trabaja con mortero de cal porque pudiera pudrirse durante el tiempo que éste tarda en secarse, debiendo siempre colocarse codales *A*, *A* para evitar que tomen vicio ó se tuerzan los largueros, dificultando después la colocación de las puertas. En todo caso, los largueros van provistos de tarugos *T*, *T*, que los aseguran ó encarcelan en la fábrica además de contribuir á ello los extremos ó *cogotes* de la solera y cabecero. Cuando los cercos van en tabiques se aseguran más, ya haciéndoles astillados con la azuela cuando se trabaja con yeso, ya abriéndoles unas ranuras donde entren los cantos de los ladrillos si se trata de panderetes, ó guarneciendo esta parte de clavos ó garras de hierro.

Para colocar el cerco después de terminada la pared se abren con la *piqueta (fig. 153)* ó con la *alcotana (fig. 154)* ó se dejan abiertos cuando se construye, dos hoyos donde entren los pies de los largueros ó piernas, y los huecos convenientes para alojar los cogotes y tarugos. En vez de éstos, se empotran también en la fábrica unos nudillos ó zoquetes de madera para fijar los cercos por medio de tornillos cuando se colocan las puertas ó unos dados de piedra, á los que, así como á la sillería cuando ésta forma el vano, se hacen previamente unas cajas ó agujeros donde se coloca holgadamente la rosca de un perno y se vierte plomo derretido para formar la hembra, sacándolo cuando está frío. De este modo, al colocar el cerco se atraviesa con el perno y se sujeta al entrar éste en la hembra de plomo.

Repisas de balcón.—371. Las repisas se construyen con ladrillo, losas, madera ó hierro, sosteniéndose por su empotramiento en la pared y algunas veces por medio de ménsulas ó cartelas. Para hacer el vuelo de ladrillo se avanza éste por hiladas, lo cual resulta pesado y se sustituye por losas que si ha de ser una sola debe descansar solamente por sus extremos dejando alguna holgura debajo en la parte del vano para que pueda descender sin partirse cuando haga asiento la fábrica que carga sobre dichos extremos. Las repisas de varias piezas se deben trabar unas con otras y acuñarse ó sujetarse con la solera del cerco de la puerta.

La repisa de madera se forma con canecillos que algunas veces son las cabezas de los maderos, de modo que sobresalen de la fachada. Pueden empotrarse también trozos de viguetas de hierro de doble T y unir sus cabezas salientes por otra ó formar el perí-

metro de la repisa con una vigueta doblemente acodada cuyas extremidades entren en la pared. En todo caso, se dará al solado de las repisas la conveniente inclinación hácia fuera y en su cara inferior se hará un goterón para que las lluvias tengan fácil caída sin escurrir por las paredes.

Antepechos ó barandillas.—372. Están unas veces embebidos en el grueso de la pared denominándose *antepechados* los balcones, y otras son salientes ó *volados*. Su altura debe ser de unos 95 c/m á fin de que sean cómodos y seguros, y se construyen macizos, calados ó de balaustres, cuidando de que por sus huecos no pueda pasar un niño, á cuyo fin no ha de quedar mayor espacio de 13 c/m entre los balaustres ó montantes.

Los balaustres de piedra ó barro cocido se unen sólidamente con la repisa donde descansan y con el barandal ó pasamanos que los corona por medio de espigas de hierro cogidas con mezcla, que en el barro cocido son varillas en toda su altura, debiendo rellenarse de mezcla y cascote todo su hueco.

Las barandillas de hierro se denominan *de labor* cuando sus dibujos se hacen de hierro dulce, y *de ornamentación* cuando se emplea la fundición aunque sus barandales, ó sean sus soleras y pasamanos sean forjados. La parte inferior ó *guardilla* se hace siempre más tupida que el resto. Se aseguran estos antepechos en la pared haciendo que sus barandales terminen en garras y penetren en las paredes, donde se acuñan bien con cascote y mezcla.

En la construcción de antepechos se emplean también palastros calados que se encajan entre pilastrillas fijadas por su extremo inferior en la repisa, ó mejor en sus hierros.

La barandilla de madera, sea de balaustres, sea de tablas caladas, encaja también en pilarotes que deben fijarse sólidamente en la armadura de la repisa.

Rejas.—373. Se forman por lo general de barrotes verticales que atraviesan unos travesaños horizontales y se remachan por sus extremos en uno superior ó cabecero y en otro inferior ó solera. Se fabrican de labor y de ornamentación. El enrejado se hace también, especialmente el de labor, dentro de un marco hecho con barras de canto, en el que los barrotes se remachan ó se unen por medio de remaches ó roblones.

Se disponen las rejas unas veces salientes de la pared, llamadas *volantes*, otras *enrasadas* con el mismo paramento ó en otro más inferior, y otras *empotradas*, es decir, en el grueso de la pared. Las enrasadas tienen algunas veces movible ó giratoria, como una ventana pero hácia fuera la parte superior de su frente quedando fija como antepecho la inferior. Se aseguran en la fábrica de la pared por el empotramiento de los extremos de los travesaños,

cabecero y solera ó de las garras que al efecto se ponen en las de marco. Si el empotramiento se hace en sillería, se hace holgada la caja para que la dilatación del hierro no produzca la rotura de la piedra especialmente en países cálidos. Los cercos se fijan también por medio de clavos en otros cercos de madera ó en nudillos empotrados previamente.

ARTÍCULO VIII

Apoyos aislados.

Denominaciones.—374. Los apoyos aislados se llaman *pies derechos* si son de madera, y *pilares* si de fábrica. Cuando están sujetos á ciertas proporciones, toman el nombre de *pilastras* los de planta cuadrada y de *columnas* los redondos. Si sobre ellos se apoyan dos bóvedas contiguas y son de sección rectangular, se llaman *machones*.

Las pilastras y columnas reposan por lo general en un muro corrido de poca altura ó sea zócalo, ó sobre una base aislada llamada *pedestal* que se compone de tres partes, á saber: de un zócalo ó *basa*, de un *plinto*, *dado* ó *neto* que constituye el cuerpo principal y de una *cornisa*. La columna consta también de su basa, del cuerpo de la columna ó *fuste* y de un *capitel* que toma el nombre de *imposta* cuando recibe la recaída de dos bóvedas.

Construcción de los apoyos.—375. Cuando éstos son de mampostería ó ladrillo se hace como en los muros, cuidando de que las dimensiones tanto de huecos como de macizos se ajusten á las que deban tener para que no haya diferencias en la fábrica superior.

Si son de pequeños materiales, la construcción se sujeta á las mismas reglas que la de paredes de mampostería ó ladrillo pero con más esmero y procurando emplear poco mortero para disminuir el asiento en lo posible. El paramento que corresponde al espesor de la pared se lleva verticalmente con la plomada una vez que está bien marcada la línea de su base en el enrase del cimiento y después en la parte ya construída. Si el pilar es redondeado y se construye de ladrillo aunque se combine con piedra, conviene fabricar aquel material con la forma curva para conseguir una obra regularmente trabada y fácil de ejecutar.

Los apoyos se hacen también de hormigón armado (**140**), colocando verticales unas varillas cerca de las aristas, las cuales se enlazan á distancias de 0^m25 á 0^m50 por riostras horizontales de hierro redondo ó plano que aquéllas atraviesan, constituyendo el

alma ó armadura del pilar. En el sistema Rivera se arrollan las riostras y en el de Considere las barras verticales *(fig. 156)* están atadas con alambre á un hierro redondo en espiral *a b c d*. La construcción se hace empleando un molde formado de cuatro tableros verticales unidos por aros de hierro y vertiendo en él la mezcla bastante suelta ó fluida que, una vez fraguada, permite desarmar el molde ó cajón para formar otro apoyo.

376. Las *pilastras* y *columnas* exijen que se fije su centro con exactitud sobre los cimientos bien enrasados ó sobre losas de erección por medio de trazos cruzados en ángulo recto, uno de los cuales ha de ser el eje de la pared á que correspondan los apoyos.

Si el pilar es de sillería se dispone á la altura de la cara superior de cada piedra un cordel tirante según el eje de la pared, en el cual se señala el centro de la pilastra ó columna verticalmente sobre el de la base, con objeto de que coincida con él el marcado de antemano en el sillar. Este se coloca á baño de mortero haciendo que sus frentes estén aplomados y que su cara superior se halle á nivel. Los sillares superiores se unen además con los inferiores por medio de tacos de piedra *T* *(fig. 157)* ó espigas de hierro que encajen y se empotren bién con cemento en ambos sillares; y cuando por sus dimensiones no puede hacerse cada hilada de una pieza, hay que tener muy en cuenta la trabazón de las juntas y sujetar unas piedras á otras con grapas de hierro empotradas en plomo.

En las columnas de una sola piedra se fija la verticalidad de su centro con el replanteo de la base á que se ajusta el de la columna y con el cruce de cordeles tirantes que determinan dicho centro en la cara superior de la columna.

Pies derechos de madera.—377. Se forman de una sola pieza de madera, labrada ó no según el esmero que se exija: no pueden descansar directamente sobre el suelo porque la humedad pudriría su extremidad inferior, por lo que se apoyan en una basa de piedra ó dado *B* *(fig. 158)* en cuyo centro se abre una caja ó *botonera* para recibir la espiga ó botón (que debe ser redondo para que la madera no se *hile)* y que se hace en el extremo del pie derecho para mantenerlo en su posición. Por la parte superior nunca apoya la carrera *c c* inmediatamente sobre el pie derecho, sino sobre una *zapata Z*, que tiene por objeto, además de disminuir la luz entre pies derechos, el de servir de asiento á los empalmes de vigas *c c*, cuando éstas no pueden tener toda la longitud entre varios apoyos. Los postes, además de la espiga inferior que entra en la basa, detalle *B'*, tienen en la superior otra, detalle *C*, que entra en una caja practicada en la carrera por su cara inferior.

La zapata se prolonga muchas veces *(fig. 159)* para reforzar la carrera apoyando los extremos de aquélla en jabalcones *J, J* que estriban en el pie derecho por medio de un corte de barbilla *a r* como indican los detalles *P'* del poste y *J'* del jabalcón. Las aristas del poste se matan haciéndoles chaflanes ó *boquillas* planas ó curvas, las cuales no deben llegar á las ensambladuras para no debilitarlas.

Columnas de hierro.—378. Son huecas ó macizas, de sección cilíndrica por lo general, aunque también se fabrican de las secciones indicadas en la *fig. 160*, y otras, formándolas de una pieza ó de varias. Excepto en casos especiales, se hacen huecas de hierro colado por ser proporcionalmente más resistentes á igualdad de material. El moldeo de la fundición permite aplicar á estas columnas la ornamentación que se desee; pero por su poca sección hay que hacerlas de ancha base para que la presión se reparta en mayor superficie y tengan la posible estabilidad; del mismo modo el capitel es de mucho vuelo, dándole algunas veces la forma asalmerada *(fig. 161)* con dos ó cuatro planos inclinados *ab* si han de recibir vigas arqueadas ó arcos de fábrica.

Las columnas descansan sobre una losa ó sillar con el intermedio de cemento ó sobre una plancha fuerte de hierro y plomo, fijándolas además por medio de pernos empotrados en la fábrica inferior.

379. Las columnas macizas *(fig. 162)* llevan ménsulas *M* en su cabeza para recibir las carreras y unos botones ó espigas *e, b* que como en los pies derechos de madera entran en cajas abiertas en el sillar de asiento el *e* y en la placa que ha de recibir las vigas el *b*. Hay también columnas que abarcan la altura de dos pisos y tienen á la altura conveniente otras ménsulas donde apoyar el piso intermedio.

380. En el caso de colocarse unas columnas sobre otras con el intermedio de carreras ó vigas de madera, lo cual debe evitarse, porque éstas, obrando como palancas, pueden mover aquéllas, se debe emplear una placa de hierro que extienda la presión para que con el peso no se incruste en la madera, asegurándola en su posición por medio de cuatro pernos que atraviesan la madera, con lo cual además se enlazan ó unen las vigas cuando se empalman en este punto.

381. Si se agrupan dos ó más columnas conviene establecer entre ellas la mayor solidaridad apoyándolas en la misma base y uniéndolas por sus cabezas en una misma placa, además de enlazarlas á trechos por medio de collares de hierro forjado.

382. Cuando por su mucha longitud ó gran diámetro se forman las columnas de varios trozos, se enchufan unas en otras *(figura 163)* ó se unen por medio de rebordes *cc*, *(fig. 164)* combinándose también éstos con aquéllos: los rebordes han de estar bien

aplanados y alisados para que ajusten bien unos sobre otros, sujetándolos además con pernetes. El hueco de la columna se puede rellenar de hormigón ó de cemento, que no ataca al hierro, para conservarles su rigidez y estabilidad, supliendo además al hierro con el tiempo, cuando éste se haya oxidado.

Postes de hierro laminado.—383. Por sus ventajas sobre la fundición y especialmente cuando la altura es más de veinte veces su grueso, se forman apoyos con hierros de pisos y especiales (**182**, **183**) los cuales se combinan de varias maneras *(figura 165)* uniéndose ó cosiéndose con roblones poco distantes. Los de sección de cruz *A* se hacen con dos hierros de T ó cuatro angulares entre los cuales puede interponerse uno plano; los de doble T cuyas cabezas se refuerzan con hierros planos ó de canal ó formándolos de dos de éstos; los de dos hierros zorés *B;* los de cuatro hierros de doble escuadra ó canal *C* formando un tubo; y el también tubular *D* formado de cuatro palastros fuertes unidos por hierros angulares.

Se proporciona pie ó base á estos postes empleando escuadras *e s (fig. 166)* que se fijan á los nervios de los hierros con roblones y que sirven para sujetar el poste en la pared ó zócalo *Z* por medio de pernos *P*, *P'*, *P'* que se empotran en su fábrica. Para mayor seguridad pueden roblarse otras dos escuadras *C*, *C* en los costados del poste y hacer que los cuatro se unan por remaches á una plancha horizontal *a a b b*. La cabeza de los postes se forma del mismo modo para que puedan asentarse y fijarse las vigas ó construcción superior. Si unos postes van sobre otros el empalme se verifica uniendo ó cosiendo por medio de roblones ó pernetes la placa de asiento del poste superior con la de la cabeza del inferior.

384. Cuando el poste ha de tener de lado más de 0^m20 se construye en forma de jaula. Dos hierros de sección [tales como *A*, *A (fig. 167)*, pueden enlazarse por medio de barras planas inclinadas, unas *a e* en un lado del poste y otras *c n* en el opuesto, fijándolas con roblones en las cabezas de dichos hierros. Para proporcionar pie á estos postes se refuerzan las barras por unas planchas *P* de palastro que se doblan en sentido diagonal al poste, como se ve en la planta, asegurándose esta base por medio de escuadras *E*, *E* dispuestas en los otros lados del poste, las cuales se fijan en la base de asiento por medio de pernos *N*. El poste se forma cuando se necesita más resistencia, con cuatro hierros angulares para hacer las esquinas, como se ve en sección horizontal *(fig. 168)*, los cuales se enlazan por medio de las barras inclinadas como en el caso anterior, robladas por sus extremos en los brazos de aquellos hierros, unas por dentro y otras por fuera, formando cruces de San Andrés.

ARTÍCULO IX

Entramados verticales de madera y de hierro.

Entramados verticales.—385. Son armazones verticales de madera ó de hierro ó de ambos materiales combinados y cuyos huecos se rellenan de fábrica para formar una pared. Se denominan *de erección ó maestros* si reciben algún piso y *de tabique sencillo*, que puede ser *colgado* cuando solo sirven para dividir un área ó espacio.

Entramados de madera.—386. Se componen de pies derechos *P, P, (fig. 169)* que se apoyan sobre soleras *ss* sentadas encima de un zócalo de fábrica llamado *citarón* ó en basas de piedra (377) y que apean ó sostienen las *carreras cc* por el intermedio de las zapatas *za*.

La solera, que debe sentarse de tabla, se clava á unos *nudillos N, N* empotrados en el citarón para que el entramado descanse por igual en todo él.

La formación del entramado puede continuarse, colocando los pies derechos superiores á plomo con los de abajo y ensamblándolos á caja y espiga en las carreras *cc*, que hacen el oficio de soleras, y también en otras *s s (fig. 170)* colocadas sobre los maderos de suelo *r, r* cuyo medio da poca fijeza y seguridad por los huecos que hay debajo entre dichos maderos.

La solera y la carrera por su mucha longitud, tienen que hacerse de varias piezas empalmándose sus extremos, ó bien simplemente á media madera *(fig. 171)* sujetándolas con clavijas, ó á doble lazo ó doble cola de milano *(fig. 172)*. El empalme de las carreras debe hacerse sobre las zapatas.

Los vanos de puertas y ventanas se forman con otros pies derechos *L, L, (fig. 170)* llamados *de cerco* ó de *elección de puerta* que sirven á ésta de largueros y con otras piezas horizontales *H, H,* que hacen de cabeceros ó dinteles. Para las ventanas se dispone otro puente *T* como antepecho el cual se llama *peana*. Unos y otros apoyan por sus extremos en los postes por cortes de barbilla sin espiga para poderlos colocar.

Se da más estabilidad á los entramados por medio de tornapuntas *t n (fig. 169)* y se subdivide el espacio triangular que forman empleando otros postes *V, V,* llamados *virotillos*, ensamblándose estas piezas en la solera y carrera ó en las zapatas por corte de barbilla con espiga *e (fig. 173)*. También se establecen dobles tornapuntas formando aspas ó cruces de San Andrés *A, A*

(fig. 170) que se ensamblan á media madera una con otra asegurando la unión con clavijas de madera seca y dura ó con pernos cuyas cabezas se embuten en la madera.

387. La trabazón de las diferentes piezas de un entramado se asegura, especialmente cuando tiene mucha altura, con hierros de formas adecuadas para que todos los maderos se enlacen y trabajen á la vez.

Los pies derechos de ángulo llamados *cornijales* y los denominados *almas* que sirven para la unión de otro entramado se hacen de la mayor longitud ó altura posible, y se les da más escuadría que á los restantes ó *de relleno* pero solo en la dirección ó sentido del entramado que se encuentra. Se refuerza su unión con las carreras por medio de bandas de hierro *b a*.

Los entramados de fachada se hacen con un ligero talud por el exterior para resistir el empuje de los pisos, lo que se consigue disminuyendo la escuadría de los postes superiores.

Refuerzo de carreras.—388. Cuando los pies derechos han de separarse más de lo común resultan débiles las carreras y hay que sostenerlas por medio de apoyos intermedios cuales son: apear los extremos de las zapatas (prolongadas) por medio de *jabalcones J, J (fig. 159)* ó disponer éstos de modo que apoyen directamente la carrera *(fig. 174)*, cuyas uniones se pueden asegurar con pernos como se indica á la derecha de la figura. Los jabalcones reciben también la carrera por intermedio de una *sopanda s s, (figura 175)* uniéndolas si se quiere por cinchos *c n* ó por pernos *p r:* se unen también encajando entre ellas unas llaves *v (fig. 176)* así como por otras *c* puede enlazarse la sopanda con los jabalcones: esta unión se asegura otras veces con bandas *b (fig. 177)*. El empuje que ejerce un jabalcón en el poste cuando no hay otro en sentido opuesto, debe contrarrestarse á ser posible por medio de puentes que lo repartan con el poste inmediato ó por tornapuntas que lo transmiten á la solera.

También puede sostenerse la carrera por medio de una armadura superior *(fig. 178)*, á la que se cuelga, ó que la alivia del peso superior, cuando hay que salvar grandes vanos sobre los que tiene que cargar un macizo.

Cuando las carreras no tienen la longitud necesaria para salvar la luz entre los apoyos, hay que empalmarlas, sea á tenaza *(figura 179)*; á rayo de Júpiter con una, dos ó más llaves *(figs. 180* y *181)*; á cola de milano como la *fig. 182*, cuyos cortes han de estar hechos con mucha precisión y bastante oprimidos ó por medio de dientes *(fig. 183)* que es uno de los mejores empalmes. Estos, se aseguran de todos modos por medio de cinchos ó abrazaderas *a z (fig. 181)* ó por pasadores *e n (figs. 182 y 183)*.

Enlace y encuentro de entramados.—389. Se comprende que por su poco espesor, no pueden construirse aislados los entramados y que deben levantarse todos á la vez enlazando unos con otros para su estabilidad. Cuando dos entramados se encuentran se consolida la unión en el enrase de pisos por medio de hierros planos que formen el ángulo de encuentro, los cuales se fijan en las carreras por medio de clavos fuertes además de hacer acodillados sus extremidades para que engrapen en la madera.

En la unión de un entramado con una pared á la que encuentra formando ángulo se procura que las carreras tengan la entrega suficiente en dicha pared reforzando ésta si es necesario con un machón, á veces saliente. Se asegura además la entrega por medio de una traba *t b (fig. 184)* que engrapa en la carrera por su extremo acodillado *t* y tiene en el otro *b* un ojo donde entra una llave *a a* para abarcar la fábrica de la pared *P*.

Si en la pared se encuentran dos entramados, uno á cada lado, se enlazan sus carreras con dobles trabas acodilladas por sus dos extremos para engrapar en ambas carreras, por debajo y por encima además de asegurarlas con pernos que atravesando la madera pasen de una á otra traba.

Tabiques de entramado.—390. Se procura que no carguen sobre los pisos haciéndolos *colgados* y se forman *(fig. 185)* de dos maderos horizontales *A, B*, llamados *aldabias* que se empotran por sus extremos en las paredes y se unen por piezas verticales ó *péndolas P, P*, apeadas por tornapuntas *T, T*, y por el puente *H*. El ensamble de éstas con la aldabia inferior *B* se fortifica con bandas ó *bridas* de hierro *b a* sujetas por pasadores.

Relleno y revestimiento de los entramados.—391. El espacio que queda entre las diferentes piezas de madera que constituyen los entramados se rellena con fábrica de ladrillo macizo ó hueco ó de adobes, ó con mampostería hecha de cascote procedente de obras antiguas ó de productos calizos ó yesosos de los derribos, siendo siempre de yeso la mezcla, porque no ataca la madera (**107**). Para que este forjado trabe con la madera se entomiza ésta, es decir se lía con tomiza ó se le proporcionan asperezas con la azuela. También se hacen en las caras de contacto con la fábrica, cajas ó ranuras *(fig. 186)* donde entra esta última, las cuales pueden formarse también con listones *s, s*, clavados en los cantos de los postes para no debilitarlos con las escopleaduras.

En construcciones groseras puede hacerse el relleno introduciendo en las ranuras unos listones entomizados ó envueltos en paja ó esparto á los cuales se adhiere bien el yeso que los recubre para formar los paramentos.

Los entramados que han de quedar descubiertos se cepillan

por sus caras vistas y hasta se adornan por sus cantos, pintándolos después al óleo.

392. Se hacen huecos los entramados para que pesen poco y que sean impenetrables á los ruídos, al calor y al frío clavando cañas ó latas en los paramentos y guarneciéndolas de yeso. El espacio entre los dos revestimientos se puede rellenar de paja ó hierba seca.

El revestimiento se hace de tablas disponiéndolas de varias maneras *(fig. 187)*. Unas veces, se clavan simplemente unas al lado de otras, á junta plana *A* ó á ranura y lengüeta *B;* otras veces se cubren unas á otras *C, D* cuando se colocan horizontales, y finalmente se las entra también en ranuras abiertas en los pies derechos *E, F*. Igualmente, cuando no se quiere debilitar estas piezas y se desea haya facilidad en la renovación de las tablas que se estropean, se las sujeta con listones *a, a, (fig. 188)* que forman la ranura donde encajan las tablas *T, T*, y á cuyos listones puede dárseles cualquier moldura.

Si las tablas se clavan simplemente al tope dejan paso al viento, al polvo y á la lluvia por lo que generalmente se cubren sus uniones con unos listones de unos 4 c/m de anchura y uno de grueso llamados *cubrejuntas C, (fig. 189)* que se clavan solo por un lado para que las tablas puedan contraerse y dilatarse libremente con los cambios atmosféricos quedando cubierta la junta en todos casos: de clavarse en las dos tablas, una ú otra se abriría ó rajaría cuando ocurriesen dichas variaciones.

Empleo del hierro en paredes.—393. Se emplea el hierro fundido en postes y hasta en los paramentos de las fachadas valiéndose de placas ornamentadas y con pestañas horizontales y verticales que se fijan con roblones ó pernetes á los postes.

Sobre basas de piedra se levantan en ciertas construcciones, como mercados, almacenes, etc., unos pilares huecos de hierro colado que afectan al exterior la forma de pilastras ó columnas *C (fig. 190)* á los que se fijan con pernos dobles escuadras ó hierros ⊔ para retener el relleno *R* que generalmente es de ladrillo.

394. Las paredes de cerca ó recinto, cuando conviene hacerlas de poco espesor, se refuerzan á trechos con postes de hierro de doble T entre cuyas alas entra la fábrica de cascotes ó yesones si se trabaja con yeso y de ladrillo si se emplean morteros de cal. Algunas veces sobresalen los postes por arriba con objeto de formar un enrejado que deje paso al aire ó sirva para un emparrado.

Entramados de hierro.—395. Se componen de los mismos elementos que los de madera pero ensamblados, no por encaje de unas en otras piezas, sino por cortes y dobleces de los hierros

para que ajusten entre sí, empleando escuadras ó planchas para sujetar el ensamble con ayuda de remaches ó roblones y pernetes. Estas operaciones se ejecutan en el taller, donde se arma la obra por partes haciendo los taladros convenientes y fijando con remaches ó roblones las piezas que se puedan transportar unidas; las cuales se fijan con las otras en la obra por medio de pernetes que no necesitan de la fragua para ello.

Entramados de hierro para tabiques.—396. Se hace el entramado de un tabique empleando para postes, hierros angulares en las esquinas *E* (*fig. 191*) y de T sencilla *A* para los de relleno. Unos y otros descansan sobre soleras ó planchas de hierro *s s*, *o o*, y se fijan en su posición vertical por medio de escuadras *e a*, *e a* que se unen con roblones ó remaches á la solera y sujetan al poste con pernetes, ó al contrario. Los postes se enlazan á ciertas alturas con tirantes ó codales de hierro plano acodillado *c d*. Las esquinas se refuerzan formándolas de dobles hierros angulares ó cantoneras una interior y otra exterior (*fig. 192*).

Entramados con hierros doble T y doble escuadra [—397. Se disponen los postes de hierros I é [como se señala en plantas respectivamente en las *figs. 193* y *194* en las que, *L*, *L* representan la sección de los postes de elección de puerta, *B* el encuentro con otro entramado y *E* la combinación que exige la seguridad de las esquinas. Los hierros de doble T han de ser de alas anchas, para mayor estabilidad.

Para la colocación de estos postes, de sección I ó ⊔ , se asientan sobre muretes ó citarones las soleras, que unas veces son trozos de palastro como en el caso anterior y otras son planchas corridas ó hierros I ó [empalmados, si es necesario, por medio de cubrejuntas de palastro *a c* (*fig. 195*) que se fijan con remaches ó roblones. Las soleras, especialmente las de corta longitud (*fig. 191*) deben asegurarse en la fábrica inferior introduciendo en ella algunos pernos *P*, *P*. En los postes de ángulo ó cornijales (*fig. 193*) se enlazan de cierta en cierta altura los hierros que los forman por medio de bastidores interiores *b a s t* que los sujetan con pernetes y se empalman cuando no alcanzan la altura necesaria empleando barras que á modo de cubrejuntas abrazan por ambos lados los extremos de los hierros y se fijan con roblones y pernetes. Cuando los entramados tienen gran altura y han de resistir mucha carga, se forman los postes inferiores de dos hierros unidos á trechos por pernos de cuatro cabezas *P*, *P'* (*fig. 196*) á fin de mantener constante su separación y que no se doblen.

Con este mismo objeto se enlazan los postes unos con otros por medio de puentes que pueden ser cantoneras ó hierros angulares, los cuales se acodan por sus extremos de las dos maneras

indicadas en la *fig. 197*, cortando la parte *A* de uno de sus brazos y doblando en caliente la que corresponde al otro brazo *B* como se ve en *B'*. También se emplean los hierros de T sencilla *(fig. 198)* cortándoles la parte *N* de su nervio y doblando su cabeza *C*, hasta *C'* y también doblando el nervio como se ve en *N'* y cortando la parte de cabeza restante.

Se hace uso igualmente de los mismos hierros que para los postes *(fig. 199)* empleando escuadras *es*, *e's'* para unirlas á ellos con roblones y pernetes y cortando parte de las cabezas de los puentes si han de enrasar con los postes por el paramento de la pared.

Cercos de madera para puertas ó ventanas.—398. Los largueros de los cercos se alojan entre los brazos de los hierros *L* *(fig. 193)* fijándose á ellos por medio de pernos *p n* cuya cabeza fija *p* se oculta en el relleno del entramado y la movible *n* ó sea la tuerca se embute en la madera cortando la parte que sobresalga del tornillo. Si los postes son de doble escuadra *(fig. 200)* se emplean hierros angulares *A* que se cosen á los postes con remaches ó con roblones que enrasen por el lado *e, e,* del hierro para que con él ajuste la madera, la cual se indica de puntos.

El cerco de ventana puede descansar por sus extremos ó pies de sus largueros sobre escuadras de brazos desiguales *(fig. 201)* el mayor de los cuales *e s* ha de ser el que sujete la madera con tornillos. Escuadras idénticas pueden servir de apoyo á guardapolvos ú otros adornos.

Carreras y postes.—399. Se emplean generalmente para carreras los hierros de doble T ó de doble escuadra, formándose de dos de ellos cuando han de recibir la carga de un piso; en cuyo caso, han de unirse ambos hierros con pernos de cuatro cabezas ú otros medios á fin de aunar sus resistencias y que no se tuerzan ó alabeen.

Apoyan las carreras *V, V, V' (fig. 202)* sobre las cabezas de los postes *P, P'*, mediante escuadras *es, e's'* robladas á ellos, y sobre la carrera, cuyos hierros se mantienen unidos por pernos de cuatro cabezas *p p, p'* descansan los postes *T, T'* del piso superior asegurándose en su posición mediante otras escuadras *ca, c'a'* que se enlazan con las inferiores por los pernos *N, N', N'*.

El poste puede seguir de uno á otro piso *(fig. 203)* pasando por entre los hierros de la carrera, para lo cual se le quitan sus dos cabezas con algo del alma ó nervio en la parte *a c, e n* que abarcan los hierros de la carrera, y á las alas interiores de éstos se les corta la parte indicada de puntos donde entra el nervio de aquél con las bandas *bd, b'd'* que lo refuerzan.

Estando formadas las carreras con hierros de doble escuadra

C, C (*fig.* 204) y los postes *P* de otros dos de doble T según se ve en planta, pueden aquéllas apoyar sobre éstos cortando las cabezas de los postes en la parte *d c, b a,* de manera que enrase la cara *d c* de la carrera con las cabezas de los hierros que forman el poste: la unión se asegura por medio de una cubrejunta ó palastro *ee, e'e'* que se fija con roblones ó pernetes á estos hierros y queda atravesada también por uno de los pernos de cuatro cabezas *nn, n'n'* que enlazan los dos hierros de la carrera.

Los hierros [que constituyen las carreras se colocan también con sus brazos hácia fuera (*fig.* 205) uniéndose con los de los postes por pernetes *N, N* y por el perno de cuatro cabezas *p p.* Conviene además que los hierros de la carrera descansen sobre escuadras *e s* fijadas en las cabezas de los postes.

400. Cuando los entramados son de planta curva, las carreras deben afectar esta forma uniendo entonces los postes por medio de tirantes, los cuales serán pernos de cuatro cabezas ó como los codales *d c* de la *fig. 191* y se colocarán en sentido de la cuerda del arco correspondiente para contrarrestar la tendencia que pudieran tener las carreras á tomar su primitiva línea recta.

401. Se consolidan los ensambles de las carreras con los postes empleando en los ángulos que forman unas cubrejuntas ó palastros de figura triangular, los cuales se fijan con roblones ó pernetes á las alas de aquellos hierros. Si el edificio hace esquina conviene apuntalar los postes cornijales *P* (*fig.* 206) con tornapuntas *T* de la misma sección las cuales se ensamblan con el poste por medio de escuadras abiertas *a b* y en la solera *s s* por otras cerradas *e c.*

Entramados con postes de palastro.—402. Se emplea éste en postes de sección tubular *A* (*fig.* 207) verificando las uniones con hierros angulares ó cantoneras *c, c* que sirven al mismo tiempo de caja al relleno.

Si se trata de una esquina, la disposición está indicada en *B,* y cuando un entramado transversal ha de encontrar á otro que lo recibe por uno de sus frentes se adopta la disposición *D* agregándole las cantoneras indicadas de puntos.

Relleno y revestimiento de entramados de hierro.—403. Se rellenan del mismo modo que los entramados de madera pero empleando mezclas de cal que conservan el hierro en buen estado, sin dejar de macizar el espacio hueco de las carreras á fin de que los hierros que las forman se mantengan paralelos y no se tuerzan ó alabeen.

404. Monier ideó formar en cada paramento un enrejado de varillas ó alambres y empleando tableros ó tapiales (**350**) rellenar el espacio comprendido con mortero de tres partes de arena y

una de cemento para formar una pared incombustible que no deje paso ni al calor ni al frío ni al sonido.

405. Se pueden formar tabiques en uno ó en ambos lados poniendo redes de alambre de hierro fuertemente tensas en todos sentidos con alambres gruesos que entrelacen las mallas y aplicando fuertemente una mezcla de yeso, cal y arena áspera amasada con pelote de modo que quede envuelto el hierro para tender luego el enlucido.

406. Se revisten los paramentos exteriores de un entramado metálico con planchas de palastro estampadas que presentan en su centro una pirámide muy achatada, como indica la sección vertical *a c b* (*fig 208*), y unas molduras en sus bordes haciendo almohadillados á fin de darles rigidez para que no se tuerzan ó alabeen al mismo tiempo que ofrecen buen aspecto. La unión de unas planchas con otras ó con los postes, carreras y soleras se efectúa haciéndoles en sus bordes unas dobleces á escuadra de unos 25 m/m con las que se cosen ó roblan á las alas *b* de los hierros del entramado interponiendo un hierro plano *b e* ó el nervio de uno de T sencilla (*fig. 209*), cuya cabeza *c c* cubre ó tapa la junta. Las planchas que por su borde superior no alcanzan á las carreras se roblan á planchas horizontales intermedias *a n* (*figura 208*) las cuales se fijan en piezas de madera. En las dobleces se ha de procurar que la lluvia no pueda penetrar en el interior haciendo que las pestañas *b*, *a*, *f*, de la plancha superior se redoblen para cubrir la junta con la inferior ó el ala *b* de la carrera ó solera. Las planchas inferiores se hacen de poca altura para presentar estrechos almohadillados que den resistencia al revestimiento en esta parte que es donde más la necesita por hallarse á poca altura del piso.

407. El interior de esta construcción se reviste por lo general con tablas de arriba abajo que ensamblan unas con otras á ranura y lengüeta ó á juntaplana con cubrejuntas de listones como se indica en la sección horizontal *x z*, cuyos listones ó cubrejuntas *L*, *L* se clavan solo á una tabla para que éstas puedan encogerse ó dilatarse sin rajarse los listones. Las tablas se clavan en gruesos listones ó ristreles horizontales fijados por medio de pernos á las soleras ó planchas de asiento ó á los hierros del zócalo así como á los de la carrera y á las placas *b e*, *a n*, *f o* que sirven para sujetar el palastro del revestimiento exterior.

El revestimiento de palastro se hace también por el interior del edificio, en cuyo caso, la separación de las planchas interior y exterior se fija por placas horizontales más gruesas á las que se cosen ó roblan las pestañas de aquéllas. Estas placas se hacen caladas á fin de disminuir su peso sin perder resis-

tencia y de que circule el aire para que no penetre el calor ni el frío.

408. Además del ajuste que proporcionan los tornillos ó pernetes y los remaches ó roblones, se calafatean las juntas de los hierros para que no pase el aire ó la lluvia, empleando estopa impregnada de algún betún ó plomo que se introducen con punzones á golpe de martillo. Se usa también un betún compuesto de 20 kilogramos de limaduras de hierro no oxidadas, uno de sal amoníaco en disolución y otro de flor de azufre. Se amasa la mezcla en el momento de emplearla. Para juntas secas de fundición se emplea una mezcla de 100 gramos de limaduras de fundición gris, 15 de flor de azufre y uno de sal amoníaco formando con aguardiente una pasta ligeramente espesa.

Ventajas é inconvenientes de los entramados.—409. Sustituyen con ventaja á las paredes de fábrica porque pueden referirse las cargas á puntos resistentes, atan y traban todas las partes de un edificio lo que conviene en terrenos poco firmes ó sujetos á temblores de tierra y ocupan poco espacio aprovechándose más el solar disponible: pueden salvarse grandes vanos y pueden prepararse lejos del sitio que han de ocupar, de modo que pueden colocarse ó armarse en poco tiempo, lo que unido á su pronta desecación ó enjugo facilita la habitabilidad.

Los de madera, aparte su fácil combustión, son poco duraderos en sitios húmedos porque se pudren y también cuando están cubiertos porque les falta la ventilación, siendo además fáciles de destruir y muy propensos á criar insectos.

En los entramados de hierro éste se oxida perdiendo materia y si bien no arde, en cambio se dilata extraordinariamente en un incendio y se encorva ó alarga levantando la construcción que sostiene: si el hierro es colado, la acción del agua fría cuando aquél está caldeado lo convierte en fundición blanca muy quebradiza.

ARTÍCULO X

Vigas maestras y armadas.

Variedad de vigas.—410. Las *vigas maestras* ó *jácenas* que, apoyadas por sus extremos, sostienen pisos y también paredes son *sencillas* ó de una pieza y *armadas*, es decir compuestas de varias ó reforzadas con otras. Se hacen de madera ó de hierro ó de ambos materiales según disposiciones especiales y también de hormigón ó cemento armado. En su formación debe tenerse pre-

sente que una viga cargada se comprime y acorta por su parte superior y se estira ó alarga por la inferior, habiendo una línea intermedia *neutra ó invariable* que no sufre variación.

Vigas sencillas.—411. Las de madera son de sección transversal ó vertical rectangular siendo en ella su anchura los $^5/_7$ de la altura generalmente, aunque también por economía se hace la segunda doble de la primera como en el hierro. En las de este material, la forma tubular cuadrada es la más ventajosa, luego la circular, después la rectangular y por último la elíptica.

412. Las vigas de hierro fundido son hoy poco usadas por la falta de homogeneidad del material que no se traduce al exterior y se manifiesta muchas veces por roturas instantáneas producidas en ocasiones por un cambio de temperatura. En caso de adoptarse debe tenerse presente que cuando haya de sufrir poca carga y no se haya de exponer á choques ó golpes, la viga tendrá la sección transversal de doble T y cuando no, será más conveniente la de T invertida ⊥ ó la de doble T haciendo mayor la cabeza inferior que la superior pues que el hierro fundido resiste menos á la extensión que á la compresión y, como se acaba de decir, la viga sufre tensión por la parte inferior y compresión por la superior.

413. Las vigas de hierro laminado son las que hoy se emplean casi exclusivamente por su mayor resistencia á la flexión y á los choques, adoptándose la sección de T sencilla y más la doble de alas anchas hasta de 32 c/m de altura. Cuando se necesiten mayores debe estudiarse si conviene más el empleo del palastro de que luego se hablará.

Vigas armadas.—414. Cuando las vigas maestras han de ser de mucha longitud ó aguantar grandes cargas se hacen armadas.

Una viga de madera ó de hierro se puede reforzar apoyándola por su medio en una pieza vertical ó *biela a c (fig. 210)* que se sostiene en su centro por dos varillas ó tirantes *d c, b c* fijas en los extremos ó cabezas de la viga por medio de tornillos con tuercas ó de cuñas que entran en ojos practicados en los tirantes con lo cual se templan ó ponen éstos tensos. Algunas veces se colocan dos bielas como se indica de puntos uniéndose sus extremos inferiores con un tirante horizontal.

Las vigas laminadas se encorvan para darles la resistencia de un arco cuando las paredes pueden aguantar el empuje: éste se evita uniendo los extremos de aquéllas por un tirante *c t (figura 211)* cuyas extremidades tienen forma de gancho.

Poniendo apareadas las vigas pueden disponerse dos tirantes *a c, b c, (fig. 212)* que enganchan por sus extremos en travesaños *a, b* y *c* encajados los *a* y *b* en muescas practicadas en las vigas y el central *c* colocado debajo para evitar su flexión.

415. Dos vigas de madera se acoplan, ya juntándose por sus caras laterales, ya una sobre otra *(fig. 213)* uniéndolas con cuñas ó llaves *L* y con cinchos, abrazaderas ó cuchilleros *cc*. Si no son bastantes dos vigas se acoplan más de la misma madera ó como indican en sección las *figs. 214* y *215*, pudiéndose entonces emplear maderas que no tengan la longitud total. Entre dos vigas de madera pueden introducirse dos piezas inclinadas *ac, cb (fig. 216)* que resultan comprimidas y aumentan la resistencia. En todos estos casos, la unión se asegura con pernos que atraviesan las diferentes piezas, ó con cinchos que las abracen.

Análogamente, se emplean dos vigas de hierro de doble T *(fig. 217)* colocando ó no entre ellas otra de madera con la que se ajustan por medio de pernos *p n* dispuestos á distancia de 1^m50 á 2^m00. En vez de madera se rellena el espacio con fábrica de ladrillo que puede ser un arco empleando morteros de cal que no atacan al hierro. Las dos vigas deben enlazarse para conservarse paralelas aunando sus esfuerzos, y que no se inclinen á un lado ni otro.

Se han ideado, además, multitud de combinaciones de maderos ensamblados longitudinalmente que endentan unos en otros, pero desperdician madera y exigen una mano de obra excesiva que rara vez son convenientes.

Asimismo se pueden formar vigas con tablas puestas á juntas encontradas y clavadas ó fijas unas á otras, las cuales se hacen apareadas interponiendo á trechos unos tacos ó tarugos, fijando la unión y paralelismo con pasadores ó pernos.

Vigas de palastro.—416. Se hacen las vigas de palastro á las que se dió primero la forma tubular como la indicada para postes *(fig. 165)* secciones C y D por ser más resistentes á igualdad de material y están mejor dispuestas para resistir los movimientos laterales; pero hoy se adopta por su mayor sencillez la sección de doble T *(fig. 218)* con especialidad para pisos en los que las viguetas de suelo impiden sus desviaciones. Se construyen de un alma llena ó calada *a a* y á ella se roblonan cuatro cantoneras ó hierros angulares *A* para formar sus cabezas, las cuales casi siempre se refuerzan con una ó dos *tablas* ó *fajas b b, c c*, que se roblonan á las cantoneras. Generalmente tienen de altura *a a* $^1/_{12}$ á $^1/_{15}$ de la longitud y cuando se dispone de poca altura se da más anchura á las cabezas reforzándolas con dos tablas; y para que no se doblen ó alabeen con su propio peso se las mantiene rígidas colocando á trechos unos refuerzos verticales de hierros angulares ó de T que se amoldan en caliente á la forma indicada de puntos y se roblonan lo mismo á las cabezas que á la parte *n n* del alma ó nervio. Los extremos de la viga se terminan

contorneándolos verticalmente con cantoneras y tablas ó bandas como las cabezas; y cuando las planchas de las almas se han de empalmar se refuerza la unión como en la *fig. 195* con dobles bandas ó cubrejuntas *a c* (*fig. 219*) ó con los refuerzos verticales dichos dispuestos en ambos lados. Los calados deben ser aislados y aproximarse á la línea neutra para no quitar fuerza al palastro pudiendo adaptarse á la forma de enrejado (*fig. 220*) y se ejecutan por lo general con la sierra ó con el punzón para producir una línea de corte ondulado.

Vigas de celosía ó enrejado.—417. Esta clase de vigas (*figura 221*) se forman de dos largueros ó cabezas *aa*, *bb* que se mantienen equidistantes por medio de dobles piezas verticales *P* que las abrazan y sujetan con cabillas de madera dura ó con pernos que atraviesan la unión cuando la viga es de madera. El sistema se completa con piezas inclinadas *A* que forman una N con las anteriores y se ensamblan con los largueros á corte de espera con espiga ó sin ella. Las piezas verticales pueden sustituirse por hierros ó péndolas de hierro *P* (*fig. 222*) y el larguero inferior reforzarse con piezas *a a* endentadas por medio de cortes ó de llaves *v* sujetándose la unión con cinchos *cc* ó con pernos. Otra disposición de más resistencia que la anterior es la de hacer dobles los largueros ó cabezas y sencillas las piezas verticales é inclinadas que en este caso son abrazadas por aquéllos.

418. Si las vigas se hacen de hierro se emplean hierros planos (*fig. 223*) y también angulares ó de T cortando á éstos la parte de nervio necesaria en las uniones para que ajusten de plano unos con otros. Por lo general las vigas afectan la sección transversal de T simple ó doble T como las de palastro con la diferencia de que el alma se forma de barras planas, angulares, de T ó de canal [que se cruzan en ángulo recto. Casi siempre se refuerzan con montantes *M* de hierro plano, de sección T ó [y aun de fundición que conservan la rigidez del sistema. Los hierros que forman las cabezas ó largueros reciben unas veces en medio los extremos de los montantes y aspas como en la figura, y otras son éstos los que se adaptan por ambos lados á los brazos verticales ó nervio de aquéllos. En ambos casos, se aseguran las uniones ó cruces con roblones, y cuando hay que doblarlos para que ajusten se hace en caliente para quitarles la tendencia á recobrar la línea recta. Si las aspas son difíciles de encorvar por su mucho grueso se interponen entre los hierros de cabeza unas placas ó *gruesos* que den el grueso de la aspa opuesta cuyo medio se emplea también para llenar los huecos que resultan en todas las uniones recortándolos de manera que queden ocultos en ella.

Los empalmes que es necesario hacer en los largueros ó cabezas de las vigas cuando los hierros no alcanzan toda la longitud necesaria se verifican por medio de cubrejuntas de hierro plano *dd* (*fig.* 224) si son palastros *a ee*, *eeb*, *e'e'* los que se empalman y empleando escuadras *ds*, *d's'* (*fig.* 225) si los unidos son de esta sección, reforzando además la cabeza con planchas *cc* en el larguero inferior.

Vigas revestidas y guarnecidas.—419. Con objeto de decorarlas se ocultan algunas veces las vigas de hierro con listones ó tablas molduradas (*fig.* 226) que se clavan á cartabones recortados á modo de tarraja *adbc* los cuales se fijan en los costados de las vigas con escuadras de hierro *E*, *E* cuidando de que las tablas encajen unas con otras en los ángulos entrantes para que no aparezcan las aberturas que produce la desecación de la madera. En vez de madera se disponen por la parte inferior entre vigas gemelas *V*, *V* (*fig.* 227) unas baldosas molduradas apoyadas en las alas inferiores de aquéllas.

420. Se envuelven también ó guarnecen las vigas de hierro en un forjado de mezcla (que si es de yeso debe procurarse que no esté en contacto con el hierro pues que le ataca) encerrándolo antes en una armazón de listones y tomiza. Empleando morteros de cal se hace un entretejido de alambre en el que se introduce cascote de teja ó ladrillo para que agarre en sus asperezas la mezcla con que se haga el recorrido de molduras.

Vigas de hormigón armado. — 421. Con este material se construyen vigas hasta de 12 metros de longitud para formar las cuales combínase el hierro de distintas maneras. Por el sistema de Monier se disponen dos barras redondas, una gruesa en la parte inferior y otra más delgada en la superior para enlazarla con los hierros que arman el piso intermedio entre vigas: ambas barras se unen por medio de alambres á otra varilla en forma de sinusoide. En el sistema Hennebique son dos pares de barras en la parte inferior (*fig.* 228), las cuales se doblan por sus extremos *abccd* (*fig.* 229) estando como suspendidas de horquillas hechas de hierro plano. Las vigas del sistema Rivera tienen en la parte inferior dos barras (*fig.* 230) (que pueden ser carriles ó rieles) y una en la superior doblándose las horquillas de hierro redondo, por encima de la barra superior y cuando las vigas tienen mucha longitud se completa el arriostrado con una celosía de tejido metálico. Se fabrican también viguetas de cemento armado con una sección de doble T.

422. Las vigas se forman en moldes como canales en los que entra la armadura de hierro y el hormigón se extiende por

Los empalmes que es necesario hacer en los largueros ó cabezas de las vigas cuando los hierros no alcanzan toda la longitud necesaria se verifican por medio de cubrejuntas de hierro plano *dd (fig. 224)* si son palastros *a ee, eeb, e'e'* los que se empalman y empleando escuadras *ds, d's' (fig. 225)* si los unidos son de esta sección, reforzando además la cabeza con planchas *cc* en el larguero inferior.

Vigas revestidas y guarnecidas.—419. Con objeto de decorarlas se ocultan algunas veces las vigas de hierro con listones ó tablas molduradas *(fig. 226)* que se clavan á cartabones recortados á modo de tarraja *adbc* los cuales se fijan en los costados de las vigas con escuadras de hierro *E, E* cuidando de que las tablas encajen unas con otras en los ángulos entrantes para que no aparezcan las aberturas que produce la desecación de la madera. En vez de madera se disponen por la parte inferior entre vigas gemelas *V, V (fig. 227)* unas baldosas molduradas apoyadas en las alas inferiores de aquéllas.

420. Se envuelven también ó guarnecen las vigas de hierro en un forjado de mezcla (que si es de yeso debe procurarse que no esté en contacto con el hierro pues que le ataca) encerrándolo antes en una armazón de listones y tomiza. Empleando morteros de cal se hace un entretejido de alambre en el que se introduce cascote de teja ó ladrillo para que agarre en sus asperezas la mezcla con que se haga el recorrido de molduras.

Vigas de hormigón armado. — 421. Con este material se construyen vigas hasta de 12 metros de longitud para formar las cuales combínase el hierro de distintas maneras. Por el sistema de Monier se disponen dos barras redondas, una gruesa en la parte inferior y otra más delgada en la superior para enlazarla con los hierros que arman el piso intermedio entre vigas: ambas barras se unen por medio de alambres á otra varilla en forma de sinusoide. En el sistema Hennebique son dos pares de barras en la parte inferior *(fig. 228),* las cuales se doblan por sus extremos *abccd (fig. 229)* estando como suspendidas de horquillas hechas de hierro plano. Las vigas del sistema Rivera tienen en la parte inferior dos barras *(fig. 230)* (que pueden ser carriles ó rieles) y una en la superior doblándose las horquillas de hierro redondo, por encima de la barra superior y cuando las vigas tienen mucha longitud se completa el arriostrado con una celosía de tejido metálico. Se fabrican también viguetas de cemento armado con una sección de doble T.

422. Las vigas se forman en moldes como canales en los que entra la armadura de hierro y el hormigón se extiende por

capas menores de 25 c/m de espesor que se apisonan ligeramente cuidando de no tocar el hierro para que no se mueva.

Cuando las vigas son de pequeñas dimensiones pueden fabricarse en el taller y transportarse á la obra una vez que la mezcla haya fraguado del todo.

ARTÍCULO XI

Reglas y observaciones referentes á la construcción de los muros.

Reglas generales.—423. La base ó cimiento de una construcción debe tener la anchura suficiente para resistir con exceso los esfuerzos verticales ú oblícuos que haya de soportar.

De ningún modo deben cargar macizos sobre vanos y cuando esto sea necesario se construyen arcos de descarga *(fig. 152)* que alivien el vano inferior del peso superior.

424. Al elevar un muro se hace preciso elegir los materiales de mayor dureza y resistencia para las partes inferiores que son las que más tienen que aguantar y para las que sobre ellas han de estar en el mismo caso: si no hubiere material de calidad superior se da á estas partes un espesor mayor que al resto.

Se cuidará de que una misma hilada ó bancada sean de una resistencia y altura igual para que lo sea la compresión del mortero que produce el asiento y se reparta mejor la carga sobre todos los puntos, evitando así las grietas ó desuniones que resultan de la diferencia de asientos; si los materiales por su tamaño necesitan diferente cantidad de mezcla ó ésta fragua más pronto en unos puntos que en otros, el asiento será distinto y se traducirá en grietas que indicarán la desunión ó desnivelación de la obra. Habrá pues que levantar primero las partes que exijan más cantidad de mortero á no ser que sea hidráulico; y cuando se haya de cargar sobre partes recien hechas, deberá esperarse á que hagan asiento, á fin de que la nueva fábrica no se resienta porque á su asiento natural se agregaría el de la fábrica inferior.

425. Es necesario impedir que los trabajadores marchen sobre la obra porque desarreglan los materiales y hay que levantarlos después, volviéndolos á sentar con mortero fresco antes de proseguir la obra. Lo mismo debe hacerse cuando el material se mueve por cualquier causa.

Las paredes que no se hallen bajo cubierto deben terminar

con vertientes y cubrirlas de buen mortero para que las lluvias no se filtren en la fábrica inferior. Asimismo, al continuar una obra interrumpida por algún tiempo, debe limpiarse bién, levantando los materiales que por cualquier causa hayan sufrido conmociones y renovar con mortero fresco el que no se halle en buen estado.

126. La dilatación que experimenta el hierro con el calor debe tenerse presente para dar la holgura conveniente á las uniones sin alterar la rigidez de la obra, así como á las partes empotradas en sillería la cual puede estallar cuando los calores excesivos dilatan el metal.

El relleno de los entramados de madera contribuye poco á la estabilidad general porque las alternativas de calor y humedad producen cierta holgura en las juntas ó ensambles que impiden la solidaridad entre la osamenta y el relleno.

En los entramados de hierro puede conseguirse que todas las piezas por insignificantes que sean, los ensambles y el revestimiento contribuyan á aumentar su resistencia si los ajustes están bien hechos.

Una precaución importante que debe tomarse en el empleo del hierro es la de preservarlo de la humedad evitando que penetre por las juntas porque con la oxidación va el hierro perdiendo insensiblemente materia y puede llegar un momento en que no le quede en su sección transversal la necesaria para resistir y se rompa.

Trabazón de paredes.—127. Entre las distintas paredes de un edificio se debe establecer la mayor trabazón posible para que unas á otras se presten ayuda y resistencia contra las vibraciones extrañas y especialmente si las paredes son delgadas, en cuyo caso es además una condición muy importante para su estabilidad. Ahora bien, como la trabazón de los materiales no es bastante, se establecen encadenamientos con barras planas tendidas en el centro de las paredes al enrasar cada piso, las cuales se atraviesan á trechos por otras verticales llamadas *llaves*. En las esquinas construídas de mampostería ó ladrillo se cruzan las cadenas ó barras *ab*, *cd* *(fig. 231)* retorciendo sus extremos *a* y *c* en los que entran las llaves y cuando la pared es de sillería se unen los extremos de las barras *(fig. 232)* haciéndoles un ojo á cada una para introducir la llave. En el encuentro de una pared interior con la fachada se encadenan empotrando en la primera una barra *(fig. 233)* cuyo extremo *a* se dobla y abre para empotrarse en la fábrica y el otro *b* se atraviesa por una llave *V*, que algunas veces se presenta en el exterior terminándolo con un adorno. Cuando han de atirantarse las barras se hace el ojo de

manera *(fig. 234)* que pueda introducirse á golpes las cuñas indicadas en *c*.

428. En el extremo de una pared que ha de continuar á enlazarse con otra se dejan entrantes y salientes en forma adentellada llamados *adarajas, enjarjes ó dientes* para que pueda trabar con ella la fábrica posterior. Este adentellado se abrirá también en una pared antigua que haya de continuarse construyéndose la nueva fábrica todo lo más á hueso ó sin mortero que sea posible y suspendiendo por intervalos su ejecución para que vaya poco á poco haciendo su asiento y no resulte en el fin el total de él, que siendo ya considerable respecto al ninguno que hace la obra anterior, tiene precisión de significarsé por una desunión.

Humedad de las paredes.—429. La pared arrimada á un desmonte ó terraplén que pueda proporcionar humedad debe aislarse interponiendo entre la tierra y la pared un contramuro de piedra seca cuya base de asiento sea impermeable y tenga pendiente longitudinal hácia un punto más bajo por donde salga el agua que escurra del contramuro.

Las paredes expuestas al viento dominante durante las lluvias deben construirse, en países húmedos, con materiales no porosos y morteros hidráulicos ó hacerles un revestimiento que las defienda.

La humedad que puede subir de los cimientos se procura atajar ó evitar extendiendo sobre el enrase de aquéllos una capa de asfalto comprimido, de cemento ó de cuerpos grasos bituminosos ó resinosos que penetren en la fábrica y tapen todos sus poros. Se emplea también una ó dos hiladas de pizarra ó ladrillos empapados en brea cuyas juntas se toman con betún, y también las telas ó cartones impermeables y las planchas de plomo solo ó con estaño que se sueldan unas ó otras en toda la extensión de la pared. En construcciones de hormigón puede impregnarse de betún la piedra partida y análogamente cuando es otra fábrica mezclando al mortero una sustancia impermeable, de las que se hablará al tratar de los enlucidos hidráulicos (**447**).

En todo caso, el mejor medio es emplear los materiales menos higrométricos en la parte inferior de la pared ó bien un zócalo de piedra densa y de grano compacto. El aislamiento y la circulación del aire son por otra parte los mejores medios de impedir que la humedad pase de un cuerpo á otro como se observa en las manchas de salitre, las cuales aparecen siempre por el interior de las paredes que es la parte menos ventilada.

Muros de sostenimiento.—430. En la construcción de estos muros es bueno tener presentes ciertas circunstancias.

Es conveniente, sobre todo cuando hay interés en que la hu-

medad de las tierras no atraviese el muro perjudicándole ó siendo nocivo para el uso que haya de tener, que se dé cierta inclinación á las zarpas *z (fig. 91)*, y se revista de un revoco de cal y arena la superficie de contacto con las tierras, alisándolo cuando esté á medio fraguar con el objeto de que deje escurrir el agua, la cual puede ir á parar en la parte inferior á un reguero *r* que las conduzca fuera de la pared por medio de conductos *rd* llamados *cantimploras* cuyo destino es dar paso además al aire para que se seque la tierra.

Las tierras fuertes, si bien empujan al principio más que las ligeras, esto sucede hasta que hacen su asiento, en cuyo caso, se sostienen por sí solas. Las arenas y tierras ligeras ó sueltas que no tienen miga, al contrario, empujan sin cesar porque sus partes se escurren fácilmente unas sobre otras; así, será conveniente que al hacer el terraplén se extienda por capas delgadas inclinadas hácia la tierra para que no se puedan derrumbar, debiendo elegirse las más sueltas para las capas inferiores y las de mayor miga para las superiores. De todos modos, han de rociarse y apisonarse, haciéndose al mismo tiempo que la pared y dejando una holgura entre ésta y las tierras para llenarla después de concluido el muro con piedra suelta que deje paso á la humedad para que salga por las cantimploras.

431. Se puede aliviar al muro del peso de las tierras por medio de unos *estribos E, (fig. 139)* colocados á cierta distancia unos de otros en el interior del muro y mediante los cuales, el peso de la tierra dividido en pequeñas porciones, no carga todo entero.

También, en vez de estribos interiores, se pueden levantar por afuera *contrafuertes*, que pueden afectar cualquiera de las formas indicadas en la *fig. 140.* Las zarpas que se les dén han de disponerse en pendiente para que viertan las aguas de lluvia cubriéndolos además con losetas.

Muros de contenimiento de agua.—432. Los muros que han de contener la presión de las aguas *(fig. 92)* y aun de terrenos legamosos que con la humedad se convierten en lodo semi fluido, han de tener los materiales con que se construyan bien embebidos en mortero, el cual debe rebosar por todos lados para que las juntas no dejen paso á las filtraciones. Se revisten luego los paramentos con buen mortero, que debe sér hidráulico, poniendo el mayor cuidado con el del lado del agua que es por donde ésta se escapa filtrándose por el muro.

Resaltos y rehundidos.—433. Al levantar una pared hay necesidad de tener muy en cuenta los resaltados, rehundidos y molduras que ha de tener.

Si los materiales tienen ya la forma labrada y definitiva que necesitan en obra, no es preciso más que tener cuidado de no desportillarlos en la colocación. Conviene, sin embargo, que solo tengan labrados los lechos y las juntas y que la parte moldurada lo esté groseramente y con creces para terminarla después de colocada en obra, pues así sale más perfecto y unido el trabajo.

Cuando la ornamentación se ha de hacer con el revestimiento de mezcla ó revoque, se dejan groseramente formados los adornos al construir la pared cuidando de que los materiales que han de quedar volados traben con los del interior y que el peso de la parte volada esté contrarrestado con el de la fábrica superior evitando en lo posible los apeos provisionales que de otro modo son necesarios para sostener dicho vuelo mientras se construye la parte superior (**317**). En ciertos casos, para evitar el deterioro de estos salientes con la caída inevitable de algún material cuando se construye encima, se dejan huecos ó rehundidos donde empotrar después los materiales que han de formar la moldura, en cuyo caso pueden emplearse para asegurarla unos clavos ó hierros salientes introducidos en la pared.

Las partes salientes se forman muchas veces con ladrillo fabricado exprofeso con las curvas adecuadas cuando han de quedar al descubierto especialmente si se han de colocar á sardinel. Si ha de quedar cubierto ó guarnecido el ladrillo, basta desbastarlo por sus cantos.

Para los vuelos muy salientes que no son de sillería, hay que emplear losas ó pizarras que además de la salida, den la entrega bastante en la pared, echando mano en último caso de barras de hierro abiertas por el extremo del empotramiento.

El hormigón ó cemento armado es de gran aplicación para cuerpos salientes, pudiendo fabricarse en el taller (**141**) y emplearse como si fueran de sillería (**317**) con la ventaja de que su empotramiento es más fácil y puede trabarse ó enlazarse su armazón con la fábrica de la pared.

ARTÍCULO XII

Revestimientos, revoque y adorno de paredes.

Revestimientos.—434. Tienen por objeto preservar los materiales de las acciones atmosféricas ó contribuir á la limpieza ú ornato de las fábricas y no se emplean en obras de sillería labrada porque ésta debe presentarse á la vista demostrando así su robustez.

Los revestimientos son de dos clases: aquellos que se hacen con mezcla de cal ó yeso llamados *revoques ó revocos* y los que se forman con otros materiales. Los primeros son: el *rocallaje*, el *revoco tirolés*, el *enfoscado* y *jaharrado* y los *enlucidos, estucados* y *escayolados:* Los de la otra clase son el *chapeado* de azulejos ó *alicatado*, el de losas, y los revestimientos de madera, de planchas metálicas, de tejidos impermeables y los *tapizados* y *empapelados*.

Preparación de las fábricas para los revoques. — 435. El paramento que ha de recibir un revoco ha de limpiarse y hasta lavarse, pues el polvo disminuye la adherencia de las mezclas; y si ésta es hidráulica deben rasparse ó *degollarse* además las juntas de los materiales introduciendo en ellas mortero y ripio. En paredes viejas se hacen desaparecer los revestimientos ó cuando menos se pican y lavan bien.

El revoque sobre paredes de adobes ó de tierra, cuando éstas no tienen calicostrado (356) exige que se hallen completamente secas pues de lo contrario, al resudar el muro para despedir la humedad empujaría el revoque haciéndolo caer.

Para que el mortero agarre ó se adhiera bien á una tapia debe picarse en la parte que no tenga asperezas ó dar de trecho en trecho algunos golpes con la alcotana ó el martillo introduciendo en los agujeros producidos algún cascote con mezcla que llaman *clavo*. Un mortero magro con otro tanto de arcilla y alguna borra, se adhiere y defiende bastante bién de la acción de la lluvia y del aire.

Cuando el revoco se aplica sobre madera, se hace preciso proporcionar á ésta asperezas para que se adhiera el mortero, sea con golpes de azuela, sea entomizándola ó cubriendo la madera con clavos.

Rocallajes.—436. Son revestidos de mezcla y ripio ó rocalla, pudiendo ser *ordinarios* y *de ornamentación.*

El rocallaje *ordinario* se emplea cuando se quiere dar á una obra de mampostería un aspecto rústico. Para ello se dejan los mampuestos en bruto ó picados groseramente y se guarnecen con mortero y ripio las juntas y las mayores irregularidades de la piedra. Sobre esta preparación, se puede hacer el rocallaje de dos maneras.

La primera, que debe preferirse tanto por su mejor aspecto como por su mayor solidez, consiste en colocar el ripio ó rocalla á medida que se ejecuta la fábrica con el mismo mortero empleado para ésta. Cuando los mampuestos son regulares, se guarnecen las juntas con ripio y cuando son irregulares, se hace con rocalla.

El segundo modo consiste en raspar el mortero de las juntas cuando ya está terminada la obra para reemplazarlo por otro en el que se incrusten las rocallas. El resultado depende de la profundidad á que se haga el raspado y del esmero con que se limpien antes de aplicar el mortero.

437. El rocallaje de *ornamentación* se forma con una mezcla de mariscos y pequeños fragmentos de piedra y de escorias de hierro de 3 á 4 c/m de lado que se incrustan sobre una capa de mortero, de cemento ó de yeso, al que se ha dado color. Algunas veces se calcina el ripio para darle un color más vivo. Estos revestidos, limitados por fajas de sillería, de ladrillo ó de otra manera análoga formando rombos, círculos, etc., convenientemente dispuestos, presentan ornamentaciones del mejor aspecto.

438. Se hace también el rocallaje para preparar los paramentos á recibir una capa fina de mortero, que es el enlucido de que se hablará. Con este sistema se llenan las grandes juntas que hay en la mampostería y se facilita la adherencia del enlucido aunque sea sobre antiguos paramentos y sobre los que, aunque nuevos, no ofrezcan asperezas.

439. Para que un rocallaje se halle bien hecho, es preciso limpiar bien los fragmentos de piedra y no cubrir las caras aparentes, incrustando bien los fragmentos en el sentido de su longitud y no de plano. Si no se hace así, los primeros hielos destruyen el rocallaje si es aparente, y si está cubierto, se desprende la capa ó enlucido, llevándose tras sí los fragmentos mal incrustados.

Revoco tirolés.—440. Es un revestimiento de superficie áspera y rugosa, como cuajada de granos. Para formarlo, se emplea el yeso en grano que queda después del tamizado ó una mezcla de cal y arena en que ésta tiene los granos muy gruesos.

Empleando mezclas de cal y arena, se arrojan paletadas con fuerza de abajo arriba contra la pared, igualándolas con el canto de la paleta para quitar lo más saliente. Se debe tener cuidado de no arrojar muchas paletadas unas sobre otras, pues se desprenden y se hace después difícil la adherencia de otras que las sustituyan.

Se da á estos revocos un matiz plomizo muy propio para fábricas ó establecimientos de cierta clase, agregando á la mezcla un poco de humo de pez ó negro de humo. Se les da otro color empleando ocres y se encajan generalmente entre bandas ó fajas de otros revocos más finos de que vamos á tratar.

Enfoscado y jaharrado.—441. Son revestidos ó capas de mezcla con que se igualan las paredes, dejándolas de superficie

áspera para recibir el *enlucido*, que es otra capa de superficie tersa y fina. El enfoscado es con cal y el jaharrado con yeso.

Preparado el paramento de la pared se arrojan contra él y de abajo arriba paletadas de mortero ó pelladas de yeso, alisando éstas é igualando aquéllas para alisarlas al día siguiente. Este revestido hecho, (como se dice) á una mano, deja desigual la superficie por mucha que sea la habilidad del albañil y se recorre generalmente con una regla que arrastra la mezcla de los puntos salientes indicando las desigualdades para enmendarlas.

442. Se hace la obra más esmerada formando con mezcla unas cintas ó líneas verticales llamadas *maestras* que sirvan de guía. Para ello, se pone tirante un cordel horizontal en el pie de la pared y separado de ella el grueso del revestido y á trechos de medio metro se arroja mezcla que se enrasa ó iguala con la cuerda estableciendo así unos *puntos tientos*: retirado el cordel y secos estos puntos se hacen otros tantos á cierta altura valiéndose de la plomada; y cuando todos han fraguado, se colocan reglones verticales contra ellos y se llena de mezcla el hueco intermedio entre cada reglón y la pared con lo que, al retirarlos, quedan las cintas dichas. En vez de reglones se emplean también cordeles tirantes que no estorban para tender la mezcla. Para formar una esquina hay que colocar un reglón vertical de modo que uno de sus cantos la determine igualando la mezcla del lado de la arista mediante una reglita que se pasa por el reglón.

Cuando están endurecidas las maestras, se arroja la mezcla entre ellas enrasándola é igualándola con una regla llamada *iguala* que se hace resbalar sobre aquéllas para quitar el material que sobresalga é indicar los puntos fallos á los que habrá que aplicar más mezcla hasta conseguir una superficie igual y áspera.

En paramentos curvos, los primeros puntos tientos ó sea los inferiores se fijan trazando en la base del muro la curva correspondiente, y la regla que ha de igualar la mezcla arrojada entre las maestras se lleva verticalmente cuidando de que vaya por la curva trazada sirviendo de guía los puntos tientos, los cuales han de disponerse muy cercanos unos de otros para que sea más fácil y mejor ejecutado el revoque.

Si el enfoscado ó jaharro resulta de mucho espesor en algunos puntos, se embute cascote ó ripio en la mezcla, teniendo en cuenta que no deben echarse paletadas sobre otros hasta que no se sequen ó fraguen pues de lo contrario se desprenden quedando desunidas ó se caen.

Antes de secarse del todo el enfoscado se frota con una tablilla provista de mango llamada *fratas ó talocha (fig. 235)* ayudando su acción con un rociado constante de agua: el jaharrado

se hace extendiendo el yeso con la *trulla* ó *llana* (*fig.* 236) aplicada de plano y apretando después con la paleta hasta sacar brillo si así se desea.

443. El mortero de un enfoscado se hace algo graso empleando arena gruesa si ha de recibir un enlucido. En el jaharro con yeso ha de ser éste de grano gordo pasado simplemente por zaranda.

Tanto cuando se emplee yeso como cuando la mezcla sea hidráulica, es necesario tener presente su pronto fraguado para hacer el amasado en cortas cantidades y arrojarlas inmediatamente sobre el paramento.

Enlucido de cal común.—444. Se hace con cal perfectamente apagada pasada por tamiz y mezclada con abundante arena fina y bien lavada. Si la cal se apaga por aspersión ó riego debe prepararse la mezcla con 5 ó 6 meses de anticipación para evitar que algún tiempo después de empleada se deshagan los granos mal apagados y resulten huecos en el enlucido. En algunas partes se agrega 1 kilogramo de pelo gris de vaca por metro cúbico de mortero para impedir que éste se resquebraje al secarse. También se agrega greda ó arcilla.

Una vez preparado el paramento con el jaharrado, se humedece éste y se extiende una capa delgada de mortero que se iguala con la llana anterior ó con la representada en la *fig.* 237, dirigiendo el yeso hacia la parte anteriormente tendida hasta que se ha conseguido cierta dureza. Después se alisa ligeramente la superficie con la paleta á fin de unir el enlucido todo lo más posible y finalmente se hacen desaparecer las rebabas y los golpes de paleta, pasando por la superficie un pincel ó paño ligeramente mojado con lo que se obtienen enlucidos tersos, unidos y brillantes. Algunas veces hay que raspar el enlucido con el borde dentado *bd* para igualarlo terminando el alisado con el canto *a c*.

445. Si el enlucido ha de recibir una pintura al fresco, se echa la mezcla de cal y arena pasadas por tamiz en una vasija con agua donde se remueve bien dejándola luego reposar para quitarle en los días siguientes la película de cal que se forma en la superficie del agua, la cual es bueno renovar. Se bate y deja reposar varias veces durante algún tiempo sin dejarla secar hasta conseguir una pasta suave como la manteca. Este enlucido se aplica en la parte que se ha de pintar al día siguiente dándole un milímetro próximamente de grueso y bruñéndolo para darle firmeza: la parte blanquecina que aparezca se quita con una muñequilla de trapo bien mojada la cual borra ó limpia también el rastro de la llana y mientras se pinta se rocían con agua las extremidades del enlucido para que una bien el del día siguiente.

Enlucidos hidráulicos.—446. Los enlucidos de cal hidráulica ó cemento, generalmente se hacen de una sola capa que se iguala á medida que se extiende, no alisando con lo plano de la llana, si no levantando el mortero con el canto para regularizar el espesor. El mortero que de este modo se recoge en la herramienta se arroja sucesivamente sobre la parte blanda del enlucido hasta que esta parte no pueda desprenderse y esté bien unida é igualada.

Las juntas de unión y las soldaduras de las partes de enlucidos formadas por los diferentes amasijos, deben ser hechas con cuidado cuando se extienda el mortero, cortándolas en bisel muy alargado y dándoles asperezas con el canto de la llana á fin de aumentar la superficie de unión y facilitar la adherencia. Antes de aplicar nuevo mortero sobre estas juntas, se deben mojar ligeramente á fin de que el mortero fresco penetre bien en todas las pequeñas cavidades y se adhiera fuertemente. En paramentos verticales, las juntas deben ser sensiblemente inclinadas al horizonte en el sentido de su longitud.

Importa mucho mantener constantemente húmeda la superficie sobre la que se aplica el mortero de cemento y si el enlucido se hace sobre viejas fábricas, es preciso que éstas estén perfectamente embebidas en agua, cuya precaución se tomará también cuando el enlucido ha de exponerse á un sol ardiente. En los enlucidos de cemento debe tenerse presente que un excesivo alisamiento produce grietas finísimas así como si se compone de dos capas pues que no se dilatan y contraen igualmente y para evitar este defecto se extiende la segunda capa antes de que fragüe la anterior y humedeciéndola previamente. En todo caso, se procura retardar la desecación del mortero humedeciendo constantemente el enlucido, y mucho más en tiempo caluroso.

447. Para hacer impermeable una fábrica se ha ideado revocarla agregando al mortero de cemento y arena la pasta viscosa llamada *ceresite*, el líquido *hidrófugo castor* ó el polvo *hightown*, que según sus inventores, además de la impermeabilidad, tienen otras ventajas como las de impedir ó evitar las eflorescencias alcalinas (salitre) y la descoloración que permite la pintura.

Enlucidos de yeso.—448. Se emplea el yeso fino pasado por tamiz y amasado suelto, extendiéndose con la llana como el de cal pero con las precauciones que exige su pronto fraguado, que son el amasarlo en pequeñas cantidades y gastarlo inmediatamente. Según se va extendiendo y antes de que se seque del todo se lava con una muñeca de trapo y se aprieta con la paleta con la que puede sacársele brillo.

Se colora el yeso echando el color en el agua que ha de

servir para el amasado y no cuando se hace esta operación porque saldría muy desigual: se mezclan también los colores con el yeso en polvo removiendo bien la mezcla y pasándola por un tamiz. Algunas veces se echan los colores en agua de cal y se amasa el yeso con ella.

Se imita el agramilado del ladrillo dando al enlucido antes de secarse una mano de ocre rojo y marcando las juntas y tendeles con un hierro que descubre lo blanco de la mezcla.

Estucados.—449. Son enlucidos finos que imitan mármoles y jaspes y se forman con cal ó yeso y arena fina ó polvos de mármol, con los colores adecuados.

Se prepara el estuco de cal con tres partes de cal común pura apagada por infusión en mucha agua y dos de polvo fino de mármol ó caliza. Se mezclan también por partes iguales la arena fina pasada por tamiz y la cal apagada por inmersión.

Para emplear la masa debe estar bien seco el enfoscado y aplicarse encima una capa de mezcla fina sin alisarla para que tenga asperezas donde se adhiera el estuco, el cual se extiende con la llana bruñéndola después con el fratas hecho de madera fina. Los colores se dan antes de secarse, con brocha ó esponja que se humedecen, volviendo á pasar el fratas para sacar el brillo.

450. El estucado de yeso se obtiene con una mezcla de buen yeso blanco tamizado y agua de cal cuya masa se extiende y aprieta con la llana sobre el enlucido como el de cal, sacándole el brillo, primero con la misma herramienta y cuando se ha secado, frotando con paños mojados en barniz de cera y trementina ó aguarrás.

451. El enlucido de escayola ó *escayolado* se hace con yeso muy blanco ó espejuelo, cocido á punto y no venteado, el cual se muele sobre una piedra lisa y se pasa después por un tamiz de seda, agregándole entonces los colores. Se amasa con cola ni muy floja ni muy fuerte, sea de Flandes ó de retales y mejor de pescado si el escayolado ha de ser blanco, pasándola de todos modos por un tamiz para limpiarla de las impurezas. La masa se extiende é iguala con la llana ó una espátula sobre el enlucido bien seco formando el abigarrado con la masita preparada del color ó colores convenientes y también con una brocha ó esponja cuando se busca la economía. Para conseguir el brillo se frota el escayolado ya seco con piedra áspera ó de Moncayo hasta quitarle las asperezas y se pasa una muñeca encerada ó llena de polvos de Trípoli y creta sin dejar de mojar la obra con una esponja: á continuación se da con un fieltro y agua de jabón, después con aceite común y finalmente con un fieltro seco, cuyas operaciones no deben interrumpirse para que no se empañe el escayolado.

Las sustáncias que se emplean son: los ocres amarillo y rojo para estos colores, el verde arsenical y el cobalto para el verde y el azul y las escorias para el negro.

Puede hacerse el escayolado resistente á la intemperie, siempre que, después de pulido y antes de estar completamente seco, se le den dos ó más manos de aceite de olivas, pasándole la mano á fin de que se introduzca bien en la masa. También puede frotarse con grasa de tocino rancio, pues si bien el agua y el polvo ocultan algo el brillo, éste se puede volver á sacar frotando con un pedazo de piel fina de badana ó con un trapo.

Además de los procedimientos indicados hay otros muchos más que no explicamos porque difieren poco de ellos.

Observaciones sobre los revocos.—452. Siempre que un revoco de cal se haya de aplicar sobre una pared hecha con yeso ó al contrario, debe tenerse presente que una á otra sustancia se repelen, tendiendo cada una á formar un cuerpo aparte; por lo que, hay que hacer los revoques de varias capas mezclando en la primera la cal y el yeso por partes iguales y aumentando en las sucesivas la cantidad del material de que se ha de componer la exterior hasta hacerla de ella exclusivamente. El yeso no debe mezclarse á la cal sino en el momento de su empleo.

Los revoques de yeso no deben emplearse en el exterior de los edificios porque las influencias atmosféricas lo destruyen con el tiempo; y cuando el sitio de la obra es húmedo conviene emplear mezclas hidráulicas.

La operación del revoque debe retrasarse tánto más cuanto mayor sea el espesor de la pared, porque no teniendo salida el agua de las mezclas puede suceder que descienda con fuerza al terreno y absorba de él el salitre, el cual aparecería después por las paredes arriba. La poca duración de algunos revocos depende muchas veces no solo de una mala construcción sino de que lo están sobre paredes frescas todavía ó cuyos materiales conservan el agua de cantera y pueden helarse y henderse. También cuando los revoques se hacen en tiempo caluroso y se secan rápidamente forman una costra abotargada que luego es despedida por el agua del interior de la fábrica. Especialmente cuando la fábrica es de ladrillo y mezcla hidráulica, y están húmedas las paredes, el revoco impide la penetración del aire necesario para el endurecimiento del mortero del interior, siendo tanto más lento este endurecimiento cuanto mayor es el espesor.

Las obras de revoque deben hacerse empezando siempre por la parte superior con el objeto de que los desperdicios de mortero que siempre caen en toda clase de obras, no deterioren ó ensucien las partes ya concluidas.

Ornamentación.—453. Los adornos de yeso, barro ú otras mezclas se fijan generalmente con yeso en las asperezas que al efecto se dejan en los paramentos al construir la pared. Cuando ésta se ha fabricado con mezcla de cal conviene guarnecerla previamente con mortero mixto de cal, arena y yeso, el cual se agrega en el momento de emplearlo. Se aseguran por medio de clavos galvanizados los adornos muy salientes.

Los adornos fabricados con un tejido interior que les da consistencia (111) se fijan en las paredes ó techos ya enlucidos por medio de clavos cuyas cabezas se embuten y cubren con yeso fino.

Las planchas metálicas especialmente de cinc que se presentan estampadas con relieves y grandes salientes han de fijarse de modo que tengan libre la unión de unas con otras sin emplear de ninguna manera soldaduras para evitar que se abollen ó agrieteen cuando se dilatan ó contraen.

Corrido de molduras y cornisas.—454. Formado groseramente el saliente de una moldura ó cornisa de mampostería ó ladrillo, se enluce y perfila definitivamente con mezcla fina de cal y arena, con yeso ó con cemento, es decir se *corre* la moldura ó cornisa. Para ello, se arroja mezcla fina sobre la parte que se ha de perfilar y se hace pasar á lo largo de dos reglas *ab, cd,* la llamada terraja ó *tarraja (fig. 238)* que es una tabla ó chapa de metal *T* recortada en arista viva con arreglo al perfil de la moldura cuyo instrumento arrastra la mezcla sobrante y señala los puntos en que falta y debe aplicarse más mezcla. Recorriendo así varias veces la tarraja sobre las capas sucesivas se obtiene lisa la moldura. Si ésta se desarrolla en arco de círculo, se une la terraja al extremo de un listón que por la otra extremidad entra en un clavo fijo en el centro de la curva alrededor del cual gira el listón como rádio.

Los ángulos de las cornisas á donde no puede llegar la tarraja se juntan ó perfilan á mano con herramientas ó gubias como las de los carpinteros y formones flexibles y sin corte.

Alicatados.—455. Son unos chapados ó revestimientos de azulejos que se emplean generalmente donde se exije mucha limpieza ó se quiere dar á la construcción un aspecto árabe. La cinta ó friso inferior de estos revestimientos toma el nombre de *alizar,* y muchas veces se encierran entre cantoneras de hierro ó de latón.

Para colocarlos, se les tiende una capa de mezcla por su revés y comprimiéndolos contra la pared se les pega á ella cuidando de formar los dibujos que entre ellos representan y de que no haya rebabas en las juntas, haciéndolas lo más finas posibles.

Así como los azulejos, se emplean los baldosines hidráulicos de colores ó con incrustaciones de mármol, nácar, etc.

Chapeado de losas.—456. Se hacen revestimientos decorativos de piedra con tableros de mármol, jaspe ó pórfido, en los cuales se pueden incrustar trozos de otra clase de piedra, recortados, para formar dibujos alineados. Las losas se fijan en las paredes con morteros muy adherentes ó mastics. También se aseguran por medio de clavos largos, cuya extremidad ó cola esté abierta ó en pata de cabra para empotrarla en la pared y la cabeza, que es de bronce ó cobre, sirve de adorno al tablero que sujeta.

Revestimientos de madera.—457. Se hacen algunas veces para defender las paredes de la intemperie, empleándose tablas que se recubran en alguna parte, *(fig. 187 C)* para que escurran las aguas de unas á otras.

Su uso más general es en el interior de las habitaciones para hermosearlas ó abrigarlas, llamándose *frisos ó arrimadillos* si solo guarnecen la parte inferior de las paredes y *arrimos, revestidos altos ó de altura* cuando cubren toda la altura de la pared. Algunas veces tienen doble paramento ó dos haces formando tabiques divisorios de dos á tres metros de altura.

Son obras de carpintería de taller, formándose los arrimadillos ó frisos de tableros lisos para que puedan conservarse limpios ó lavarse aunque su borde superior presente una moldura, y dividiéndose los altos por medio de pilastras que se reunen por su parte superior con una cornisa ó entablamento. Sobre él corre muchas veces una crestería de madera recortada en los que sirven de tabiques divisorios.

En la colocación de estos revestimientos se deja un hueco de 3 á 5 c/m contra la pared para que la humedad de ésta no los ataque, además de preservarlos por este lado con dos ó tres manos de pintura al óleo. Se sujetan con tornillos ó clavijas que entran en tarugos ó nudillos empotrados en la pared y cuyas cabezas se embuten y aun se ocultan con chapitas encoladas de madera.

458. Se defienden las paredes del roce de las sillas por simples listones horizontales dispuestos á la altura conveniente y se adornan al mismo tiempo que se defienden las esquinas ó aristas de los huecos de puertas y ventanas, con el empleo de listones moldurados, asegurándose unos y otros con tornillos á unos tarugos empotrados en la fábrica.

459. También se adorna con listones moldurados la unión de los cercos de puertas que enrasan con la pared ocultando la grieta producida por la desecación de la madera, cuya moldura se clava á dicho cerco para que siga sus variaciones.

Revestimientos impermeables.—460. Se defienden las paredes de las lluvias en casos especiales por medio de planchas de cinc las cuales se colocan por fajas horizontales que han de cubrir en parte á las inferiores así como cada plancha en su prolongación. Se sujetan á la pared clavando sus bordes superiores por agujeros ovalados para que el metal pueda dilatarse y contraerse libremente y no se abolle ni raje, ó haciendo á cada hoja cuatro dobleces por sus cantos: la del superior para colgarla de ganchos ó corchetes clavados á la pared, la del inferior para embordar á modo de dobladillo con la pestaña de la de abajo cubriendo á la vez los corchetes y las laterales para doblarse con la que le sigue. Se hace también el revestimiento con planchas cuadradas que se colocan con una diagonal vertical y tienen rebordes en sus lados, hacia fuera los del ángulo superior *(fig. 239)* y hacia la pared los del inferior sirviendo aquéllos para enganchar las planchas de los corchetes *c* clavados en la pared y los inferiores para cubrir éstos doblándose con las dos planchas de abajo.

Donde las lluvias son muy contínuas se revisten las paredes con tejas que se sujetan en su posición vertical empleando mortero con el que quedan adheridas á la pared. Pueden emplearse también las telas ó cartones impermeables (**161** y **242**) cuyas uniones deben ser por traslapo de unos bordes á otros cubriéndolas además con pintura que los mismos fabricantes proporcionan.

Entapizado y empapelado.—461. Para tapizar ó cubrir de tela una pared se empotran en ésta unos listones separados unos de otros el ancho de la tela en los que ésta se clava así como las molduras. Los listones se dejan algo salientes de la pared para que en ella no toque la tela quedando libre de la humedad.

462. La pared que ha de ser empapelada debe estar lisa, raspándola si tiene blanqueos ó restos de otro papel. Cuando tenga humedad se prepara como en el caso anterior con listones á los que se clava una tela fuerte y barata donde pegar el papel. En algunos casos, será bastante clavar á la pared un cartón embetunado bien unido por sus orillas.

El papel, que tiene un ancho de 0^m47 á 0^m50 por 8^m á 8^m75 de longitud, se corta en paños y se pega por fajas verticales á la pared empleando engrudo de harina cocida en agua y un 8 por 100 de dextrina cuando el papel es barnizado. Su colocación se empieza por el lado que viene la luz para que la orilla que recubre no haga sombra de alto á bajo cuidando al tenderlo de apretarlo con un paño ó con un cepillo de crin á fin de que no resulten pliegues ó arrugas ni queden burbujas de aire intermedio que producen bultos. Si se teme que pueda alterarse el color del papel por el estado de la pared se pega antes otro más barato cuidando

de que esté bién tendido pues sus defectos aparecen después por encima del otro.

El empapelado se limita por arriba y por abajo con cenefas horizontales, disponiéndose por lo regular la inferior sobre otra faja ancha ó friso que no llega al suelo para que no se deteriore. Esta parte ó zócalo se pinta de un color oscuro ó se reviste de tabla.

Las puertas excusadas que se han de disimular con papel llevan en su ajuste con el cerco una tira saliente de palastro delgado que se cubre con una tela donde se pega el papel y las rendijas del giro se preparan para que éste se verifique sin romperse el papel, con una tira de papel bien mojado que cubre la raja, y al que se pega con engrudo otra tira de tela de doble anchura. Sobre ésta se tiende y pega el papel pintado de manera que al abrirse la puerta se desprende de ésta y de la pared el papel mojado cuando se seca doblándose sin romperse la tela con el papel pintado.

463. Las habitaciones se decoran también con cartones ó telas (**242**) que presentan además de un aspecto lujoso las ventajas de ser impermeables unos y de poderse lavar otros. El llamado *lincrusta* se fabrica con relieves artísticos formados de una materia especial incrustada en un papel ó cartón y se fija en las paredes con engrudo que contenga una tercera parte de cola de carpintero.

CAPÍTULO III.

De las bóvedas.

ARTÍCULO I

Bóvedas en general.

Clasificación de las bóvedas.—464. Se da el nombre de bóveda á todo techo arqueado que, cuando se hace de fábrica no es más que una sucesión de arcos (**364**) y como tal consta de las mismas partes con idénticas denominaciones (**365**). En la bóveda, sin embargo, como la distancia entre las cabezas ó paramentos es mayor que en los arcos sus dovelas se componen de varias partes llamándose *hiladas* las filas de piedras que se encuentran á la misma altura y *juntas de hilada* las de separación de unas piedras con otras.

Toma el nombre de *camón* la bóveda fingida que nada sostiene y se forma de cañas ó listones guarnecidos ó cubiertos de un revoco para ocultar una armazón superior ó adornar un techo.

Las bóvedas son *simples* ó *compuestas* según sea única ó múltiple la generación de la superficie de su intradós.

Bóvedas simples.—465. Se denomina *de cañón seguido* la bóveda cuya directriz es una línea recta y como ésta puede tomar distintas posiciones, el cañón será *recto (fig. 240)* si la directriz xx es horizontal y perpendicular á los frentes $a'b'$, acb; y *ariajado, enviajado ó en esviaje* si es oblícua aunque horizontal xx *(fig. 241)*. Cuando está inclinada la directriz, la bóveda se denomina *bajada*, la cual será recta ó en esviaje según que su eje sea perpendicular ú oblícuo con el frente de la bóveda.

Cuando el intradós tiene la dirección de una curva xx *(figura 242)* la bóveda se llama *circular* ó *anular* siendo *de caracol* ó *en espiral* si además se va elevando á medida que da la vuelta.

La bóveda cuyo intradós es cónico se dice *abocinada* ó *aboquillada* y también *disvaricada*. Se llama *trompa* cuando el cono es completo.

466. Las bóvedas que cubren un espacio de base circular ó elíptica, cuyo intradós se engendra con el movimiento de revolución de una curva, se llaman *cúpulas;* clasificándose en *esfereoi-*

dales, *eliptoidales* y *medias naranjas*, según sea su superficie cóncava la mitad de un esferoide, de un eliptoide ó de una esfera. Las esferoidales se dividen en *aplanadas* y *prolongadas*. Son aplanadas cuando están engendradas por la rotación de una elipse al rededor de su eje menor que puede estar vertical *vc* (*fig.* 243) ú horizontal *ab* (*fig.* 244). Son prolongadas cuando el giro de la elipse es alrededor de su eje mayor, que puede también estar vertical *vc* (*fig.* 245) ú horizontal *ab* (*fig.* 246). Las cúpulas eliptoidales tienen la base elíptica y su montea desigual con el eje de la elipse.

Dada á estas cúpulas una sección por su centro con un plano vertical, se dividen en dos, llamándose *cascarón* á cada una de las mitades.

Bóvedas compuestas.—467. La combinación de las anteriores produce, entre otras bóvedas compuestas, las siguientes;

La bóveda en *rincón de claustro* (*fig.* 247) formada de dos ó más cañones de la misma altura, pero cuyas líneas de encuentro *ac*, *bc* son entrantes, recibiendo el nombre de bóvedas en *imperial* cuando son muy rebajadas.

La bóveda *esquilfada* es como la de rincón de claustro en su parte inferior pero remata por la superior en un plano *bc*, *b'e'c'b'* (*fig.* 248) apellidándose *circular* cuando las aristas de encuentro *ab*, *a'b'*, son cuadrantes de círculo y *elíptica* cuando son de esta clase.

468. La bóveda *por arista* llamada también *capilla* (*fig.* 249) está compuesta de la intersección de dos ó más cañones de igual altura y cuyas aristas de encuentro *ac*, *a'c'* *cb*, *c'b'* son salientes y se llaman *aristones*. Está apeada, como se ve, por los arcos echados de uno á o ro ángulo de su planta. Cuando la recta tirada del vértice *v* de uno de estos arcos al *x* del opuesto toca en el punto *c'* de encuentro de las aristas, la bóveda por arista es *truncada;* pero cuando este punto se halla más alto que dicha línea (*fig.* 250), la bóveda se llama capilla *cumplida* ó *empinada*, estando formada por la intersección de semi-esferoides, de semi-eliptoides ó de unos con otros.

Se llaman *lunetos* de estas bóvedas los diferentes trozos de ellas, cuya planta es triangular, y con más propiedad los resultantes de la penetración de una bóveda *vb* (*fig.* 251) por otra de menor altura *aboc*, presentando salientes sus líneas de encuentro *bo*, *b'o'b'*. Se dice que es *llano* un luneto cuando es cilíndrico y la línea *oc* de su vértice es recta, denominándose *empinado* cuando es elíptica *on*, correspondiente á un eliptoide. El luneto es *recto*, si los ejes de las bóvedas *xy*, *xu*, forman esta clase de ángulo y *en esviage* cuando es oblícuo. Todas estas aristas se forman con arcos ó *nervios* en la arquitectura ojival.

472. La clase de bóveda ó su forma, influye considerablemente en el modo como obra: un cañón seguido solo ejerce su acción sobre los dos muros donde tiene los arranques, una bóveda en rincón de claustro empuja todas las paredes de su ámbito, la de arista lleva su empuje á los ángulos ó esquinas, el arco adintelado solo empuja la fábrica que tiene á los lados en la dirección perpendicular al corte de sus dovelas, la bóveda esférica ó media naranja obra desde el centro á la circunferencia, etc.

Las bóvedas oblícuas ó en esviaje producen un empuje al vacío que tiende á echarlas fuera por el ángulo agudo *a (fig. 241)* de los estribos y hacia dentro por el de los obtusos *o*.

Operaciones que comprende la ejecución de una bóveda ó arco.—473. Excepto en ciertos casos, para construir una bóveda ó arco se necesita un molde llamado *cimbra* que dé la forma del intradós.

Cuando las bóvedas ó arcos son de sillería exigen, además, el trazado de la montea (**251**) para sacar las plantillas ó patrones á que debe ajustarse la labra.

En esta misma montea se traza la cimbra para fijar sus dimensiones exactas y colocar las diferentes piezas donde se marcan con precisión las ensambladuras.

Terminada la construcción ó *cerrada* la bóveda ó arco se procede al *descimbramiento* es decir á deshacer ó desmontar la cimbra ó molde y una vez la obra al aire se ejecutan los demás trabajos complementarios.

ARTÍCULO II

De las cimbras.

Cimbras económicas.—474. Para evitar un gasto inútil, la cimbra no comprende las primeras hiladas ó sea las de arranque porque éstas se sostienen voladas por el rozamiento y adherencia del mortero de sus juntas y arranca ó empieza donde es mayor la fuerza de la gravedad ó sea desde que la junta forma con el horizonte el ángulo de resbalamiento, que en la sillería es de 30° á 38° y en el ladrillo de 39° á 45°

Las cimbras se forman dando la convexidad al mismo terreno cuando han de estar enterradas las bóvedas ó arcos como los de resalva *(fig. 71)* y también si han de servir para sótanos ó alcantarillas pudiendo entonces hacerse después la excavación ó vaciado. También se hace el molde con tierra apisonada ó piedra seca

469. La bóveda *vaida* tiene su superficie cóncava apeada por cuatro arcos: es una cúpula penetrada en su base por cuatro bóvedas de cañón, cuyos arcos *aod, a'o'd'* *(fig. 252)* toman el nombre de arcos *torales*. Cuando son los cuatro de medio punto, la vaida es *esférica*, y *elíptica* cuando son todos elípticos ó dos de ellos solamente. Se denominan *cumplidas* las que como la de la figura, están completas: pero si les falta el casquete *bec* superior al plano horizontal *boc* tangente á los arcos torales, se les llama *truncadas*; quedando entonces reducidas á las cuatro partes triangulares *boa, b'o'a'* llamadas *pechinas*, que pueden ser *esféricas* ó *elípticas* según sea la bóveda á que pertenecen, denominándose *truncadas* cuando no rematan por su parte inferior en un punto *a,a'* sino en una línea *n t'*, que se llama *boquilla*.

Empuje de las bóvedas ó arcos.—470. Por efecto de la gravedad, las dovelas tienden á descender, pero por su forma de cuña, de mayor dimensión en la parte superior que en la inferior, no lo pueden efectuar y producen una presión ó *empuje* que se trasmite de unas á otras hasta los arranques á los cuales tiende á separar. Este empuje es tanto mayor cuanto más rebajada es la bóveda ó arco y mayor su diámetro y espesor.

Si prepondera la parte alta de una bóveda ó arco, la obra se divide en cuatro trozos *(fig. 253)* que tienden á girar obrando unos contra otros como palancas; y si son las inferiores las preponderantes, la tendencia al giro es en sentido inverso *(fig. 254)*.

471. La posición de las juntas *rt* llamadas de *fractura* por ser por las que se rompen estas obras, varía según diferentes circunstancias. En las de medio punto, cuyo trasdós es un plano horizontal, esta junta forma con la vertical un ángulo próximamente de 60°, es decir, está á una altura del arranque igual á la cuarta parte del diámetro. En las carpaneles cuyos arcos son de 60° y rebajadas al tercio ó al cuarto, el ángulo es de unos 45° ó sea á una altura igual á $\frac{54}{100}$ del eje menor ó á los 55° á contar del arranque del arco pequeño. Finalmente, si el arco es escarzano, la ruptura se verifica en el arranque, á no ser que tenga muy poco espesor ó que no pase de 120°.

De lo anteriormente expuesto se deduce, que los arcos ó bóvedas peraltadas dan menos empuje que las de medio punto, éstas menos que las rebajadas y menos éstas que las adinteladas, debiéndose observar también que cuanto mayor sea la altura del muro estribo, mayor será también el brazo de palanca con que el empuje obrará contra él para hacerle girar sobre su arista inferior exterior.

que se contiene entre las paredes del recinto que ha de cubrirse: sobre la tierra ó piedra se extiende, después de arreglada con arreglo á la superficie convexa, una capa de mezcla para dejarla lisa. Este molde se emplea en la construcción de los hornos de pan y puede adoptarse para bóvedas compuestas y de revolución cuyas cimbras de madera son costosas y difíciles de ejecutar.

En arcos de poca luz y de fábrica de ladrillo como los de puertas y ventanas, se construye la cimbra sobre piezas ó tablas dispuestas de un arranque á otro formando el molde con yesones ó ladrillos secos y mezcla encima hasta conseguir la curvatura, espolvoreándose con arena ó tierra para que no se adhiera á la fábrica del arco. Cuando éste es muy rebajado, basta una hilada de ladrillo con mezcla para formar la curvatura pudiendo quedar adherido el ladrillo á la fábrica del arco si éste ha de ser adintelado y ha de cubrirse de un revoque.

Cimbras de madera.—475. Para un arco de poca luz *(figura 143)* se hace la cimbra con dos tablones ó tablas gruesas *C* llamadas *camones*, las cuales tienen su canto superior con la curvatura del arco y se disponen al ras con los paramentos de cabeza uniéndose con tablazón para formar la convexidad: este armazón se sostiene á la altura de los arranques por medio de puntales *P*, *P*. Si el arco es de sillería basta con los dos camones que se enlazan entre sí para que se mantengan verticales mientras se colocan las dovelas.

Cuando son muchos los arcos iguales ó es una bóveda seguida por igual y de poca luz, se emplea una ligera cimbra de tablas *(fig. 255)* llamada *galápago.*

Para arcos de sillería de poca luz es muy usada una cimbra hecha de dos bastidores formado cada uno *(fig. 142)* de fuertes camones sostenidos en su medio, el central por un pendolón *P* que descansa en un tirante *a t* y los laterales por tornapuntas ó jabalcones *J* que también descansan ó apoyan en la unión del pendolón con el tirante. Los bastidores llamados *cerchas* se unen por medio de tablas que van de una á otra presentando la superficie curva para el apoyo de las dovelas.

En la *fig. 63* se indican tres cerchas sencillas que se emplean muy comúnmente para bóvedas poco importantes.

Las cimbras para bóvedas de más de 3 metros de luz se componen de cerchas ó cuchillos colocados á unos 2 metros de distancia unos de otros. El más sencillo *(fig. 256)* consta de un tirante *a b* donde apoyan dos pares *a v* que ensamblan en el pendolón *e v* el cual sostiene al tirante por medio de un cuchillero ó estribo de hierro. Sobre los pares descansan los camones *C*, *C*, y de los de un cuchillo á los de otro va la tablazón *vtb* que determina la curva-

tura del intradós cuando la fábrica de la bóveda ó arco es de pequeños materiales, bastando unas piezas *r, r* llamadas *correas* y también *costillas* y *aprestes* colocadas á lo largo de las juntas de lecho ó de las dovelas cuando la obra se hace de sillería.

Si la bóveda es de medio punto, *(fig. 252)* se disponen pares secundarios *P, P* apoyados en postecillos *p n* para acercarse más á la curva y disminuir la dimensión de los camones. Se refuerzan los pares principales colocando, como se indica de puntos, un *puente p p* y aun con *sopares ps*.

Se construyen también las cerchas *(fig. 257)* por el sistema de Filiberto de L'Orme formándolas con tablas cortadas como dovelas que se unen de plano con otras de modo que las juntas estén encontradas. Se refuerzan si es necesario por su mucha luz ó anchura empleando pendolones y jabalcones que pueden ser dobles abrazando por ambos lados la cercha.

Las cimbras para bóvedas ó arcos ojivales pueden disponerse como indica la *fig. 145* donde las tornapuntas *a s* se refuerzan con manguetas pareadas que las encepan y enlazan con los camones laterales asegurándose la unión por medio de pernos que las atraviesan y aprietan unas con otras.

La *fig. 147* representa una cercha empleada en arcos por tranquil construídos de sillería y que por lo tanto puede aligerarse cuando haya de servir para materiales de menos peso.

476. Además de la estabilidad que la tablazón ó las correas proporcionan á las cerchas para que se mantengan verticales se disponen piezas inclinadas que van de unas á otras llamadas *riostras* formando triángulos que son indeformables. Las cerchas se enlazan también por piezas horizontales *R (fig. 252)* dispuestas de uno á otro tirante ó puente.

477. En bóvedas seguidas de mucha longitud las cimbras formadas de dos cerchas convenientemente arriostradas pueden hacerse correr por medio de ruedas á lo largo de carriles dispuestos á la altura de los arranques pero teniendo en cuenta la operación del descimbramiento.

478. Las bóvedas en rincón de claustro *(fig. 247)* exigen dos cerchas en sentido de las diagonales *aca* y medias cerchas en los intermedios *cd* cuando son de grandes dimenriones. Las de arista *(fig. 249)* piden cuatro cerchas en los arcos *acb, a'b'*, y dos que se crucen en las diagonales *a'b'', a''b'*, ó una cimbra corrida en sentido de uno de los cañones formando encima las partes del otro cañón, que si son de grandes dimensiones, tendrán dos cerchas además cruzadas para las aristas y partes de ellas en el intermedio. En todas se completa la superficie con la tablazón dispuesta de unas á otras cerchas. Las bóvedas de revolución nece-

sitan de varias cerchas dispuestas según los radios, las cuales se ensamblan en un pendolón central llamado *nabo*, obligando á la tablazón á que presente la curvatura de la bóveda. Si ésta se forma de hiladas horizontales, basta apoyar cada una de éstas por medio de postes hasta que se completa ó cierra la hilada en que ya se sostiene por sí sola.

Construcción de las cimbras.—479. Siendo éstas un medio auxiliar, se deben disponer de la manera más sencilla y con los menores cortes que se pueda para que la madera quede aprovechable después en otros usos, limitando la labra á lo estrictamente necesario para la perfección de las ensambladuras, teniendo en cuenta la clase de esfuerzos á que debe estar sometida cada pieza. La unión se asegura por medio de manguetas ó abrazaderas y no por espigas.

Las piezas que componen las cerchas se labran junto á la montea, presentándolas en ella para trazar ó señalar bién la dirección de los cortes y formas de los ensambles. Luego se arma la cercha para rectificar el trabajo; y se deshace, si es necesario por su tamaño, para su transporte y colocación en la obra. En ésta se arman generalmente en el suelo de modo que con solo levantarlas ó elevarlas por medio de gruas ó tornos puedan colocarse en su sitio procediendo inmediatamente al arriostramiento para que se mantengan verticales y luego á clavar la tablazón que ha de recibir la bóveda. Las tablas serán más ó menos anchas según sea la curvatura que han de presentar.

480. Al construir una bóveda hace un asiento sobre la cimbra y otro al descimbrar por comprimirse el mortero de las juntas de lecho, lo que produce un descenso de la fábrica que debe tenerse presente, ya dando algún peralte á la cimbra proporcional al número de las juntas, ya dejando sin labrar las boquillas de las dovelas cuando éstas son de sillería para practicarla después. Generalmente cuando las cimbras son fijas, se supone el asiento ó descenso de la bóveda multiplicando la luz por 0,003 en arcos escarzanos si se construye de sillería y por 0,004 si se hace de ladrillo En bóvedas carpanelas se multiplica por 0,0025 y en las elípticas por 0,006.

Es importante, al construir una cimbra, tener en cuenta la manera de desarmarla ó de descimbrar para dejar al aire la bóveda de cuya operación se tratará después.

ARTÍCULO III

Ejecución de las bóvedas y arcos.

Observaciones sobre el despiezo.—481. La labra de las juntas de lecho, se hace con esmero para que las piedras se toquen lo más posible y trasmitan las presiones, cuidando también de que todas las juntas sean normales á la superficie de intradós á fin de que los ángulos diedros de las dovelas tengan igual resistencia.

Cuando dos arcos ó bóvedas arrancan de un pilar ó estribo que no tiene la anchura bastante para que ambos apoyen en él con todo su espesor *(fig. 258)* se hacen partir de un sillar común ó almohadón *A* que presenta las inclinaciones *o c* de las dos juntas de lecho, continuando así en los superiores *B*, *B* hasta que hay espacio como en *C*, *C* para ambos arcos ó bóvedas. También se disponen algunas hiladas con sus juntas horizontales *(fig. 259)* antes del almohadón ó almohadones.

Si de un mismo pilar arrancan más de dos arcos ó bóvedas, los almohadones tendrán otras tantas juntas inclinadas del mismo modo.

En bóvedas enviajadas es conveniente hacer de una pieza las dos primeras dovelas del ángulo obtuso ó engrapar unas con otras para contener el empuje hacia fuera (472).

Las aristas de encuentro en las bóvedas compuestas se hacen en dovelas que formen parte de las dos bóvedas para que no haya junta en las aristas lo que produciría ángulos agudos poco resistentes y difíciles de trabajar. La piedra que cierra una bóveda de arista es clave de las dos que se encuentran y en las ojivales ó de crucería forma parte de los arcos cruceros ó nervios.

Construcción de bóvedas de sillería y sillarejo.—482. Las primeras hiladas ó de arranque pueden construirse al aire ó sin cimbra hasta el plano de resbalamiento (474) disponiendo los cordeles tirantes que fijan las juntas del lecho en el intradós según la curvatura de los arcos de cabeza ó de las cerchas de la cimbra. Para continuar, se marcan en la tablazón de ésta las hiladas por medio también de cuerdas ó reglas y se colocan las dovelas á juntas encontradas con las inferiores sentándolas á hueso ó á baño de mortero, el cual no debe llegar á la cimbra para que no se levante la arista del sillar ni se produzcan rebabas en el intradós. Se cuida principalmente de que la junta de lecho sea normal á la curva de la bóveda ó arco, calzando, si es necesario, las boquillas de las do

velas con taruguitos ó cuñas de madera y sirviéndose para comprobarlo de un cordel que se fija por un extremo en el centro de dicha curva y marca con su tirantez la dirección del radio y por lo tanto de las juntas de lecho. Si el centro está muy bajo, se marca en las cerchas de la cimbra (cuando se arman en el taller) la dirección de los radios para ajustar á ellos la cuerda tirante ó una regla. Puede emplearse también el baibel *(fig. 8)* hecho con arreglo á la montea, uno de cuyos lados *ab* que tiene la forma del intradós se ajusta á él ó á la tablazón de la cimbra y el otro *bc* indica la dirección del radio. En bóvedas elípticas ó carpaneles, en que habría que construir tantos baibeles como centros, se hace uso de un *cuadrante (fig. 260)* que se arregla previamente sobre la misma montea colocando su lado *ab* según el radio de cada junta y señalando en el círculo *cr*, la dirección de la vertical, de manera que adaptando en la obra á una plomada la señal correspondiente á cada junta, la inclinación de ésta la dará el lado *ab*. Se sustituye este cuadrante trazando en la montea una línea vertical en cada dovela que señalada en la piedra respectiva sirve para colocar ésta en su posición, teniendo cuidado solamente de que dicha línea en la dovela corresponda con la de una plomada.

Asegurado de que la dovela está en su sitio, se la afirma golpeándola con un mazo de madera para no desportillarla y se repasa la junta de lecho para sentar la hilada superior.

Se lleva la construcción de la bóveda con la mayor igualdad posible en ambos lados para que las presiones sobre la cimbra se hagan equilibrio y no la desconcierten, no debiendo empezarse una hilada sin estar terminada la inferior. La clave y contraclave no se labran hasta no estar asentadas las otras dovelas á fin de medir el espacio que queda para ellas y fijar sus dimensiones exactas en la labra, la cual efectuada se colocan las contraclaves y después la clave la cual entra á fuerza de mazo hasta que su boquilla toque á la cimbra y más todavía si hay holgura, á cuyo fin se hace más larga de lo necesario cortando después el sobrante ó dejándolo como adorno. Se acostumbra también colocar en seco las contraclaves y clave pero con holgura que se rellena después de cemento amasado suelto ó en lechada con auxilio de la fija *(fig. 111)* ó moviendo al mismo tiempo estas piedras para que penetre y llene bien las juntas.

483. Las bóvedas de sillarejo se ejecutan como las de sillería si se les ha dado la forma de cuña; pero si no, se colocan á baño de mortero, cuidando que sus juntas de hilada sean normales al intradós, para lo que se calzan por el trasdós con ripio, el cual ocupa con el mortero la diferencia de espesor y mantiene las piedras en su posición. Lo mismo debe ejecutarse en las bóvedas

construídas con rajuela, lancha, losa ó mampuestos regulares, á los que siempre que se pueda se debe dar la forma de cuña.

Bóvedas de ladrillo.—484. Las bóvedas de ladrillo pueden construirse de diferentes maneras, según el objeto ó importancia que han de tener. Se hacen de ladrillos colocados de canto sobre la cimbra por hiladas horizontales trabándolos como en los muros *(fig. 240)* por cuyo procedimiento llamado *á rosca* presentan las juntas de lecho un grueso mayor en el trasdós que en el intradós *(fig. 261)* y obliga á introducir por aquél cuñas (lajas ó lanchas) en el mortero de la junta.

Esta diferencia de grueso en las juntas, que es tanto mayor cuanto más cerrada es la curvatura de la bóveda ó arco, se evita dividiéndolos según su espesor *(fig. 262)* es decir formándolos de tantos arcos ó roscas sobrepuestas cuantos son los ladrillos que puede contener el espesor. De este modo se disminuye la presión ó carga sobre la cimbra y ésta no se desarregla ó deforma con la desigualdad de presiones; pero tiene la desventaja de que los asientos de cada rosca ó anillo son desiguales y el que lo hace mayor queda descargado, gravitando la carga sobre los otros, lo cual se procura evitar enlazando á trechos las roscas por medio de losas ó hiladas de ladrillo *a a* que las abarquen donde los lechos de dos ó más de ellas coinciden en un mismo plano.

Cuando hayan de construirse varias bóvedas ó arcos iguales puede ser conveniente fabricar ladrillos cuyo canto sea más grueso por un lado que por otro para que tengan la forma de dovelas.

485. También se emplea el sistema de dividir la bóveda en dovelas *(fig. 263)* componiendo cada una de ladrillos colocados de diferentes maneras, cuidando de que el ancho *an* sea menor que el espesor *ba*.

En dinteles pueden colocarse los ladrillos paralelos á los salmeres *d s (fig. 264)* llenando el prisma triangular de la clave con ladrillos dispuestos del mismo modo ó con hiladas á nivel que algunos dicen *á bolsón*.

Las bóvedas en esviaje se construyen por hiladas helizoidales aunque procurando que los redientes sean paralelos á los arranques.

486. Cuando dos arcos ó bóvedas se encuentran en un apoyo común de poco espesor, arrancan con el espesor de medio ladrillo *(fig. 265)* hasta que hay espacio para colocarlos á tizón, llenando el hueco intermedio con las hiladas horizontales que pida la construcción.

Las intersecciones de bóvedas deben hacerse como las á que pertenecen; pero trabando bien unos ladrillos con otros y cuidando de llevar bien determinadas las líneas de encuentro. En las bóvedas de arista, el aparejo de las hiladas está indicado en las *figu-*

ras 266 y *267* para que las juntas estén encontradas y resulte un refuerzo en el trasdós que es muy conveniente. Se forman también con arcos cruceros independientes ó en los que traban las bóvedas como se indica en la *fig. 268* donde se representa el enlace de algunas hiladas *A* de una bóveda con el arco *B* pudiendo hacerse postiza la arista apoyándola de unas á otras hiladas ó enjarjes en la parte saliente *a* de ellas. Es preferible, sin embargo, dejar estos arcos aparentes cortando los salientes con lo que resulta la arista chaflanada.

Generalmente, en el estilo ojival se construyen las aristas de intersección de sillería, apoyándose sobre ellas las bóvedas parciales *fig. 269).* Pudieran hacerse con ladrillo cortado en la forma conveniente, y también de piezas de fundición que como moldeadas son susceptibles de decorarse como se quiera.

De todos modos, las aristas deben estar reforzadas con un espesor mayor que las bóvedas de que se originan.

487. Construídas las primeras hiladas al aire como en la sillería con el cuidado de sentarlos á juntas encontradas y que estén los ladrillos con sus lechos normales al intradós, se sigue la obra del mismo modo sobre la cimbra, valiéndose siempre para colocar los ladrillos de un cordel tirante en sentido del radio como en la sillería ó de un baibel que tenga la curvatura conveniente y también de una escuadra ó del mismo ladrillo cuyos ángulos sean rectos. Si el ladrillo ha de quedar descubierto por el intradós, se procura que no llegue á la cimbra la mezcla extendida en los lechos á fin de que al comprimir los ladrillos puedan éstos tocar en la cimbra y no resulten rebabas.

En bóvedas de revolución pueden ponerse los ladrillos á tizón solamente en vez de alternarlos á soga y tizón pues cuanto menor sea el lado del intradós más regular resulta éste. En las esféricas basta como cimbra una regla *(fig. 270)* con un descantillón *n* que determine el extremo del radio para sostener un ladrillo mientras se coloca otro pues queda encajonado y si la curva generatriz de la bóveda es carpanel ó de otra clase, puede usarse una media cercha que tenga la curvatura debida y gire al rededor de su eje vertical.

Como en los muros, se dejan adarajas ó dientes en estas obras cuando han de continuarse, para que traben las hiladas en la unión

Bóvedas de hojas.—488. Se hacen bóvedas con los ladrillos dispuestos de canto por hojas verticales ó inclinadas de modo que el canto *(fig. 241)* vaya formando un polígono circunscrito á la curva de intradós. Para estas bóvedas pueden fabricarse ladrillos á propósito que facilitan su ejecución y queda la obra más esmerada.

489. La construcción de esta clase de obras exige una pared ó arco de cabeza donde apoyar las primeras hojas. El ladrillo, para sentarlo, se cubre de mezcla por la cara que da en la pared ó arco y por el canto que ha de descansar en los arranques y se aprieta en su posición para que el mortero rebose. Los ladrillos sucesivos se sientan del mismo modo y cuando por ambos lados se ha llegado al vértice de la bóveda se corta el ladrillo á la medida del espacio que resulte para clave. Las demás hojas deben hacerse del mismo modo á juntas encontradas.

En Extremadura se construyen estas bóvedas sin cimbra, pero por hojas inclinadas cuyos ladrillos se sostienen perfectamente por la adherencia de sus excelentes cales que son algo hidráulicas. Pudieran hacerse también con yeso ó con cemento.

Para bóvedas de cañón *(fig. 271)* se procede por un albañil en cada arranque á colocar los ladrillos inclinados en los rincones *r, r* del modo que indica la figura hasta obtener una hoja inclinada *cv, c'v'c'*. Se pone luego un cordel tirante *dv* de vértice á vértice de intradós de los arcos y sin más auxiliar que la vista dirigida á éstos, extiende cada uno de los cuatro oficiales una tortada de mortero bien trabado en la mitad de la bóveda que le corresponde, no sin haber regado antes los ladrillos de la hoja precedente; riega también esta mezcla después de alisada con la paleta y procede á sentar ladrillos unos junto á otros comprimiéndolos contra el mortero y trabando sus juntas con los de la hoja anterior, empezando por los arranques y cortando el ladrillo de la clave á la medida del hueco que queda en cuyo trabajo deja un poco altos los ladrillos por lo que descienden luego al hacer el asiento. Se ripian luego los espacios angulares que resultan entre un ladrillo y otro por la diferencia de desarrollo que hay entre el trasdós y el intradós y se repite la operación de regar y sentar ladrillos del mismo modo hasta que las hojas se tocan por sus arranques *a;* en cuyo caso el cierre de la bóveda puede hacerse como se quiera, pues presenta forma de cuña. Se sientan, sin embargo, ladrillos todo alrededor, es decir, unos á rosca en la dirección de *a* á *o* y otros siguiendo las hojas inclinadas hasta la clave que resulta una pirámide truncada.

Sobre el trasdós de las bóvedas se extiende una lechada de mortero para que llene bién las juntas á cuya operación se llama *caldcar* la bóveda.

Cuando las bóvedas son muy largas se construyen á trechos arcos directrices, sobre una ligera cimbra, ya á rosca, ya con ladrillo de canto. Estos se van colocando y sosteniendo en su posición vertical por los inclinados que van formando los rincones, como se acaba de explicar, hasta terminar el arco.

490. Las bóvedas por arista se construyen del mismo modo haciéndose todos los cañones á la vez á fin de que se contrarresten los empujes. Para sentar los ladrillos formando las aristas con exactitud *(fig. 272)* donde se representa en planta y alzado el encuentro de dos semicañones, se cuelga una plomada del punto de encuentro *c* de los diferentes hilos directrices *hc*, *hc* y como las aristas están en el plano que pasa por la vertical así formada, es fácil llevarlas bien, haciendo que coincidan con la visual dirigida por el hilo de la plomada. Los ladrillos (que hay que cortar en los ángulos de encuentro) montan unos sobre otros comprimiéndolos con su canto. Cuando las intersecciones son de lunetos, se hacen estos empinados (**468**) consiguiéndose una gran estabilidad de este modo, pues los ladrillos que se parten en los ángulos de encuentro quedan más rectangulares y más tendidos hacia el horizonte, formándose una bóveda á rosca cuya curva es elíptica *on* *(fig. 251)*.

491. La bóveda vaida llamada *tapa de coche* apoya en cuatro paredes ó arcos de los que representa la *fig. 273* los dos medios *ab*, *cd* que forman un ángulo. Para la construcción de la bóveda se preparan los arcos ó paredes con un corte oblícuo donde apoyar las hojas y se empieza por sentar en los cuatro ángulos unas hojas desde un arco, el *cd* por ejemplo, al otro *ab*. Sobre ellas apoyan otras tantas hojas que van á recostarse sobre el arco *cd*, y así se continúa, apoyando las hojas sobre la sentada últimamente hasta que se llega á los vértices de los cuatro arcos; en cuyo caso se sigue sentando hojas todo al rededor hasta cerrar la bóveda con una pirámide de base cuadrangular cuyo vértice se halla en el centro del intradós. Pudiera también adoptarse el sistema de hiladas por zonas de lechos cónicos, según aparece en la *fig. 274*, ó el de hacerlas paralelas á los arcos de cabeza ó paredes *(fig. 275)*, de modo que se encuentran en la curva meridiana *am* que parte del asiento inferior de la pechina.

Bóvedas tabicadas.—492. Cuando se emplean mezclas de pronto fraguado como el yeso, los cementos, etc., y materiales de gran adherencia como los ladrillos, se hacen bóvedas con éstos sentados de plano llamadas *tabicadas*, pues no son más que tabiques que afectan la forma curva, siendo de tabicado *sencillo* cuando constan de una capa de ladrillo ó de una *alfa* y de tabicado *doble*, cuando constan de dos.

El asiento de los ladrillos se hace como para formar un tabique cubriendo con mezcla los cantos ó bordes que han de unirse con los colocados anteriormente y mediante lo cual se han de sostener.

Merced al pronto fraguado de las mezclas, la construcción de estas bóvedas puede ser sin cimbra, verificándose por filas oblícuas de la manera siguiente:

En la pared testera *T, T'* (*fig. 276*), se traza la curva de intradós *axx*, y sobre ella se hace una roza donde se sujetan ó empotran con yeso ó cemento á partir de ambos arranques los medios ladrillos *a,c,e,o,s*, hecho lo cual, se colocan los *b,d,n*, y después, á partir de los arranques, las carreras oblícuas de ladrillos *c'b'a''*, *e'd'a'''* que de este modo encanjan entre los anteriormente colocados, sosteniéndose por la adherencia de la mezcla y la mano del albañil.

Para la mayor regularidad del intradós y para la celeridad del trabajo puede hacerse uso de una cercha como las de las (*figs. 63* y *256* sobre la que descansen los ladrillos mientras se concluye cada fila. En este caso, después de colocados los *a,c,e* (*fig. 276*) se sientan, á partir de los dos arranques, los ladrillos *b,d,n,r,t*, luego los *a',c',e',o'*... sobre la cercha; se corre ésta un poco y se colocan los *a'',b',d',n'* y así se continúa corriendo la cercha y colocando ladrillos alternados, con lo que la mitad de cada uno se encuentra encajonado entre los adyacentes y la otra mitad descansa sobre la cercha. De todos modos, en cañones corridos de mucha longitud deben colocarse las cerchas de trecho en trecho (2 á 3 metros) elevando la clave de 4 á 5 centímetros á fin de que si desciende algo la bóveda pueda regularizarse con el revoque.

Las medias naranjas y en general las bóvedas de revolución pueden también construirse con el reglón de la *fig. 270* ó con una media cercha que gire alrededor de su eje de rotación.

Si la bóveda ha de ser doble ó doblada, se construyen las dos á la vez con el intermedio de una buena capa de mezcla que las una, empleando en la superior yeso claro bien batido con el cuidado de que las juntas de los ladrillos traben con las de los inferiores. Al mismo tiempo se maciza el trasdós ó embecadura *R, R* cuando menos hasta el primer tercio de la bóveda.

493. Las intersecciones de las bóvedas deben determinarse bien, tanto en las cimbras como en la ejecución. Dos métodos hay de colocar los ladrillos en los ángulos de encuentro; por el uno se hacen las hileras paralelas á la directriz de las bóvedas componentes y por el otro se colocan normalmente á la arista de intersección. El primero no necesita cortes de ladrillo más que en dichas aristas estando comprendidas las hileras entre planos normales al intradós: el segundo tiene la ventaja de que es más sencillo el corte de los ladrillos en la intersección, pero en cambio se cortan en todo lo largo del vértice á los arranques y las juntas son superficies helizoidales si bien normales á la curvatura de la bóveda. En la *fig 277* se indican en proyección horizontal las diversas disposiciones que pueden darse á las hileras de ladrillos para tabicar las partes de bóveda reticular ó de crucería que resultan entre los

arcos ó nervios *ac, ec, de...* que se hacen de ladrillo á rosca ó de sillería. Cuando no hay estos nervios en las bóvedas de arista, se deben reforzar por el trasdós los ángulos de encuentro.

494. Por razón del aumento de volumen del yeso cuando fragua, las bóvedas que se hacen con él no se cierran hasta que se ha verificado el fraguado de la parte restante ó se deja en las cejas *a, x (fig. 276)* de los arranques, el hueco suficiente para que pueda retirarse la bóveda al fraguar, lo cual efectuado, se maciza con fábrica. Las más de las bóvedas que se vienen abajo reconocen por causa la falta de esta precaución ó la de no haber hecho su asiento las paredes. Tampoco deben hacerse estas bóvedas al descubierto sino después de techado el edificio, y cuando esto no es posible, se les deja pronta salida á las aguas pluviales.

Estos inconvenientes hacen preferible el empleo del cemento que no produce aumento de volumen al fraguar como el yeso, ni pierde su fuerza con el tiempo, ni sufre con la humedad.

La estabilidad de las bóvedas tabicadas depende de la adherencia de la mezcla con los ladrillos mediante la cual forman un solo cuerpo, pudiendo considerarse como vaciadas en un molde de mezcla en el cual hubieran introducido ladrillos para aumentar la resistencia. Por lo tanto, una vez fraguadas, es muy pequeño el empuje que ocasionan y mucho menos si se les ha dado algún peralte.

Bóvedas con ladrillos especiales.—495. En bóvedas tabicadas tienen su empleo oportuno los ladrillos *de rebordes (fig. 278)* cuya colocación está indicada en la *fig. 279* donde se ve que se sostienen mediante el yeso que á manera de tacos ocupa los espacios *a, a,* comprendidos entre los rebordes de cada dos ladrillos y que con su expansión al fraguar comprime unos contra otros, impidiéndoles salirse de su sitio y sosteniéndolos en su posición por la reacción que todos á la vez experimentan.

496. Las bóvedas de ladrillos huecos *(figs. 126 y 127)* que además de ser ligeras interceptan los sonidos se construyen como si fueran macizos cuando tienen su forma exterior lisa, pero si son como pucheros se colocan unos dentro de otros hasta un tercio de su longitud, rellenando su unión con yeso y formando hiladas en dirección del eje de la bóveda si ésta es un cañón seguido y en hiladas horizontales hasta los tercios de la bóveda en las de revolución terminando en espiral hasta su cierre.

497. Los ladrillos de vidrio que se emplean para hacer transparente una bóveda ó una parte dejando paso á la luz se unen generalmente con cemento y arena pero es preferible, y más si han de recibir las lluvias, una materia bituminosa de base asfáltica pues el cemento rompe á veces los ladrillos.

Bóvedas de mampostería.—498. Las bóvedas de mampostería desbastada ó rajuela se construyen como si fueran muros pero mojando las piedras para que agarre ó se adhiera bien el mortero que aquí desempeña un papel muy importante y acuñando bien las juntas por el trasdós. Las que se forman de mampuestos irregulares se ejecutan como las de hormigón de que se va á hablar mojando las piedras y rellenando sus huecos con mortero, que debe ser hidráulico, prefiriéndose para esto las piedras más porosas.

Bóvedas de yeso.—499. Pueden construirse bóvedas huecas de yeso extendiendo sobre la cimbra una tortada de yeso para colocar botellas cilíndricas algo separadas *(fig. 280)* que se cubren de la misma mezcla al mismo tiempo que se van sacando haciéndolas girar para formar anillos huecos de uno á otro arranque.

Bóvedas de hormigón.—500. Estas bóvedas, después de fraguada la mezcla hidráulica de que se hacen, forman una sola pieza reduciendo el empuje á su mínimo: en su construcción han de evitarse las rupturas en los arranques y riñones que ocasiona el descenso de las cimbras á medida que se cargan.

Antes de extender el hormigón sobre la cimbra cuya tablazón ha de estar bien unida, se espolvorea ésta con arena ó tierra para que la mezcla no se adhiera á las tablas y se vierte el hormigón sin apisonarlo, ya con todo el espesor, ya por capas como las roscas de ladrillo por cuyo medio se carga la cimbra uniformemente. Si la bóveda no puede cerrarse en un día, cuando se hace con todo su grueso, se debe dejar el hormigón de modo que la junta de unión con el que se vierta el día siguiente, sea normal al intradós, valiéndose para ello de tablas y teniendo cuidado al continuar el trabajo de picar y regar la superficie de la junta para que pueda unir bien una parte con otra.

En obras de pequeña luz puede apisonarse el hormigón contra tablas que se ponen normales al intradós pero empleando cemento perezoso para fraguar.

Cuando se trabaje en verano y haya grandes diferencias en la temperatura se debe cubrir el hormigón con tierra ú otro objeto á fin de evitar el descenso que produce la contracción del mortero.

Se puede fabricar el hormigón con cemento, cenizas de cok y ladrillo machacado al tamaño de un huevo y también con yeso y trozos de ladrillo, cuando se trate de pisos, para lo que se hacen los arcos rebajados hasta el $^1/_{10}$. Generalmente se contrarresta el empuje que producen con tirantes de hierro colocados de metro en metro de distancia, los cuales se embeben en el hormigón.

Bóvedas de hormigón armado.—501. Se empezaron á construir bóvedas de muy poco espesor con mortero de tres partes de

arena y uno de cemento envolviendo una urdimbre de varillas de hierro atadas con alambre y hoy son varias las disposiciones adoptadas empleando como armaduras barras redondas enlazadas con otras planas ó con alambres, ó simplemente hierros de pisos ó especiales ó vigas armadas formadas con hierros angulares envolviendo estas armazones en la mezcla de cemento con mucha arena y gravilla. Se forma esta armadura con barras curvas colocadas junto al intradós en sentido de las directrices *a c* (*fig. 281*) y sobre ellas cerca del trasdós *bd*, otras barras rectas según la longitud de la bóveda, uniendo ambas por medio de varillas dispuestas como radios. Se emplean también solo barras rectas (*fig. 282*) disponiendo unas á lo largo de la bóveda inmediatas al intradós *a c* y otras transversales *bd* cerca del trasdós.

502. Para ejecutar estas bóvedas se extiende sobre la cimbra una capa delgada de hormigón y sobre ella se coloca la armadura de hierro vertiendo después el hormigón por pequeñas capas que se apisonan suavemente con pisones de hierro cuidando de no mover el hierro y terminando con una capa más fluída de mezcla.

Bóvedas de fábrica mixta.—503. Como se ha dicho (486) las aristas del estilo ojival se forman muchas veces de distinto material que la bóveda y en algunas bóvedas de cañón se hacen los frentes ó cabezas de distinta fábrica con material mejor debiendo en todo caso tenerse presente la diferencia de asiento entre ellas para que no presente desigualdades el intradós al descimbrar. Para ello, la obra de materiales pequeños se hace con un ligero peralte en la clave y se empieza la ejecución por los dos arcos de cabeza que de este modo sirven para contener la otra fábrica máxime si es mampostería ú hormigón.

ARTÍCULO IV

Descimbramiento, trasdoseado y refuerzo de las bóvedas.

Consideraciones.—504. Cuando se descimbra una bóveda dejándola al aire, parece que las juntas, en la parte superior se comprimen por el trasdós y se abren por el intradós y que por el contrario en la parte inferior sufren compresión por el intradós y se abren por el trasdós. Por esto, en la labra deben hacerse algo obtusas las aristas de las dovelas para que no se desmoronen con la presión.

Estos movimientos comprimen el mortero de las juntas completando la solidez de la bóveda, cuando todavía no han endureci-

do los morteros, produciendo un descenso en el vértice de la bóveda que es tanto mayor cuanto más rebajada es y mayor número de juntas tiene, pero que no es perjudicial porque de este modo toman las dovelas su asiento natural y se estrechan las juntas con uniformidad.

Las bóvedas construídas con morteros hidráulicos ó con yeso, no hacen más asiento sensible que el producido por la carga de las cimbras antes del cerramiento de las bóvedas, porque una vez fraguada la mezcla forman todas sus partes una masa monolítica.

Epoca del descimbramiento.—505. Las bóvedas de sillería, contra lo que se hacía antiguamente, se deben descimbrar así que se cierran ó colocan las claves, cuando el mortero está todavía en estado de poderse comprimir y amoldarse á la nueva figura que toma la bóveda al descimbrar, sin que por ello se desorganice, antes bien mejore su solidez. Lo contrario sucede cuando los morteros han fraguado y hecho clavo, es decir trabado ó unido con la piedra, porque entonces, el asiento que se efectúa, produce ruptura de los materiales en unos puntos, desorganización en otros y un trastorno en la fábrica, precisamente cuando ésta empieza á funcionar.

En las bóvedas construidas con ladrillo, y en las hechas con mampuestos desbastados, tengan ó no la forma de cuña, el mortero llena el mayor espesor de la junta por el trasdós y como además son en gran número, la suma de sus compresiones es considerable y se produce un descenso grande que puede ser la ruina si al descimbrar están muy frescas las mezclas; por lo que debe esperarse á que tengan éstas la consistencia suficiente para resistir sin desmoronarse.

Las bóvedas hechas de hormigón hidráulico tienen toda su fuerza en la cohesión del mortero empleado y deben dejarse en la cimbra el tiempo suficiente para que frague, cuya duración depende, no solo de la potencia del cemento, de la clase de arena que se emplee, de las proporciones en que se mezclan estas sustancias y de la fluidez del mortero, sino también de las condiciones atmosféricas de la localidad que si prevalecen las calurosas desecan la mezcla y si son frías la hielan.

Medios de descimbrar.—506. Por lo que se acaba de exponer se comprenderá que el aumento de presión y de empuje que se desarrolla cuando una bóveda queda libre ó al aire, aconsejan que el descimbramiento se verifique de la manera más lenta, contínua y uniforme que sea posible, sin dar lugar á reacciones y sacudidas bruscas, y que pueda suspenderse en cualquier momento y hasta elevar algo la cimbra para sostener la bóveda en caso necesario.

Es vicioso el sistema de quitar las correas destruyendo los calzos ó cuñas que sostienen las dovelas de sillería (**475**) porque la bóveda no desciende lentamente ni con uniformidad.

Esta regularidad se procura conseguir, sea debilitando poco á poco los puntos donde descansa la cimbra, sea empleando cuñas pareadas *A* y *B* (*fig. 283*) con un ángulo de resbalamiento muy pequeño, las cuales se colocan entre dos carreras *C*, *D*, en las que descansa la cimbra. Para descimbrar, se hacen resbalar las cuñas por medio de golpes dados á la vez en cada dos de ellas haciéndolo con cuidado porque pueden saltar al primer golpe. Este inconveniente se evita sustituyendo las cuñas por sacos de tela fuerte llenos de arena que se hace salir lentamente por un pequeño tubo dispuesto de antemano, cuyos sacos son algunas veces cajas cilíndricas de hierro donde entra como émbolo un taco de madera sobre el que descansa la cimbra. En todo caso, se debe prevenir un descenso rápido poniendo á mano unas cuñas que lo detengan así que desciende la cimbra algunos milímetros, las cuales se sustituyen por otras que sirvan en otro descenso.

Desprendida la cimbra de la bóveda, no se debe desarmar inmediatamente sino cuando después de algunos días se ve que la obra tiene hecho su asiento.

Trasdoseado de bóvedas.—507. Según el destino que han de cumplir, las bóvedas se *trasdosean*, es decir, terminan exteriormente de varias maneras. Se trasdosean *paralelamente*, es decir, con una superficie concéntrica al intradós siendo toda la bóveda de un espesor uniforme (*fig. 240*) ó se las hace de *desigual espesor;* dándoselo mayor por la parte donde más lo necesitan, sea por medio de una curva *def* (*fig. 242*) según la que no se pone más que el material necesario, ó según vertientes ó planos inclinados para que viertan las aguas pluviales: este trasdoseado es *de nivel* cuando enrasa con el trasdós de la clave. Generalmente se forma de dos partes: una la bóveda de igual espesor (*fig. 241*) y otra de relleno para darle la forma exterior que ha de tener el trasdoseado.

Estos rellenos impiden que la bóveda ceda por sus riñones (**470**) y se construyen unas veces de la misma fábrica que aquélla siguiendo sus lechos la dirección de las juntas de dovela y otras independientemente con un mazacote ú hormigón hecho de cascote y mezcla. Las bóvedas tabicadas ó de ladrillos huecos ó cacharros se trasdosean ó trascargan con los desperdicios de éstos ó de tejas para aliviar su peso.

508. Las bóvedas que han de quedar á la intemperie aunque se cubran de tierra necesitan preservarse de la humedad con una *chapa ó contrarrosca ecdb* (*fig. 241*) impermeable y lisa que se hace de una ó dos capas de mortero ú hormigón hidráulico cui-

dando antes de extenderlas de descarnar, limpiar y lavar las juntas si va directamente sobre la bóveda. Esta obra debe hacerse después de descimbrar y las grietas que se abran se tapan con lechada apretándolas al mismo tiempo para que no filtre por ellas la humedad. En algunos casos se satura el trasdós de la bóveda con brea mineral ó aceite de linaza aplicados en caliente ó se cubre con asfalto ó con un solado.

Entre dos bóvedas contiguas hay que dar salida á las aguas trasdoseándolas antes según planos inclinados que concurran en un punto bajo desde el cual pueda verificarse el desagüe por medio de tubos ó cantimploras *e s* (*fig. 259*) que atraviesen una de las dos bóvedas ó que bajen por el interior de los estribos. Su boca de entrada por el trasdós se cubre con una rejilla y piedra suelta para que el agua se filtre y no arrastre tierra que obstruiría el desagüe.

Refuerzo y alivio de bóvedas ó arcos. — 509. Cuando no puede darse á los apoyos ó estribos el espesor debido para que resistan el empuje de las bóvedas se emplean otros medios.

Se comprende por lo dicho respecto de los empujes (**470-472**) la conveniencia de cargar en la clave los arcos peraltados y de rellenar las enjutas en los de medio punto y carpaneles. La separación de los estribos ó riñones se podrá contener con tirantes de hierro *T* (*fig. 284*) dispuestos de un estribo á otro y muchas veces sobre la clave *T'*. En las bóvedas por arista y rincón de claustro se colocan según las diagonales y en las de revolución, el tirante es un cincho de hierro que rodea ó se ciñe al trasdós á la altura de las juntas de fractura.

Los tirantes han de abarcar por sus extremidades la mayor extensión posible de paredes ó estribos valiéndose de llaves *V* (*figura 233*) ó de placas de fundición ó palastro y poniéndolos tensos por medio de roscas con sus tuercas ó de cuñas *c* (*fig. 285*) las cuales entran á martillazos en un ojo que forman los dos trozos *E*, *T* de tirante en que éste se divide para ello. Si la tensión ha de hacer gran fuerza, se calientan los tirantes para que estiren antes de acuñarlos, por cuyo medio se ha conseguido hacer volver á su primitiva posición paredes que la habían perdido. Los tirantes conviene colocarlos al construir las bóvedas en los edificios encajándolos en la fábrica á la altura de la clave.

Se refuerza un arco adintelado (*fig. 286*) embutiendo en su intradós una barra *a a* llamada *lintel* cuyos extremos abiertos y acodillados se empotran en la fábrica para que el hierro trabaje por tensión y las dovelas por compresión. Estas se encadenan también por medio de grapas *gs* (*fig. 287*) y otros medios.

El hierro debe pintarse al óleo ó embrearse así como todo el

que ha de quedar enterrado en fábrica para preservarlo de la oxidación rellenando con cemento ó mastic las cajas donde se empotra, las cuales deben tener una profundidad suficiente para que pueda recubrirse el hierro con 1 c/m del expresado mastic.

De tòdos modos, el hierro es un medio engañoso de dar solidez á una bóveda y debe huirse de su empleo todo lo posible por la facilidad de oxidarse cuando, como en los casos indicados, está expuesto á la humedad.

Se da más resistencia á los estribos sin aumentar su espesor cargándolos con un peso superior como sucede en las paredes de edificios cuya parte baja recibe el empuje de una bóveda; en este caso no debe hacerse ésta hasta que las paredes tengan la altura conveniente.

Los contrafuertes indicados para los muros de sostenimiento *(fig. 140)* se emplean también para contrarrestar el empuje de arcos que reciben otras bóvedas cuidando de darles planta rectangular y no circular para que presenten la resistencia en la dirección recta del empuje.

Estos refuerzos han de subir más arriba del arranque de las bóvedas ó arcos cargándose en algunas obras con pirámides ú obeliscos.

510. El empuje de los arcos se trasmite también á unos apoyos separados llamados *botareles B (fig. 288)* construyendo para ello unos arcos por tranquil *A* que llaman *arbotantes* ó arcos *botaretes*. De este modo se alivia el machón *M* pues no apea más que el peso del arco y bóveda *C* siempre que la línea de empuje coja el arco *A* por el medio, advirtiendo que la sección del botarel ha de ser rectangular y no circular para que sea igual su resistencia en toda ella. El botarel se carga por lo general con un cuerpo superior *D* cuyo peso contribuye á darle estabilidad. Los cimientos han de tener una zarpa por la parte exterior porque en este sentido obran los empujes.

CAPÍTULO IV.

Suelos y su revestimiento superior ó inferior.

ARTÍCULO I

Entramados horizontales de madera y de hierro.

Estructura de los suelos.—511. La parte principal que sostiene un suelo artificial puede ser una bóveda trasdoseada de nivel *(fig. 276)* ó una armazón de madera ó hierro llamada *entramado horizontal* cuyos huecos se cierran ó pueblan de varios modos para recibir el solado ó pavimento aunque también se forman de maderos solos arrimándolos unos á otros.

En todo caso, los suelos han de resultar rígidos ó poco vibrantes, impenetrables al ruído y á la humedad al par que de poco espesor.

Entramados. — 512. Se forman por lo general con maderos denominados *de suelo,* ó con viguetas de hierro (**182**) ó de cemento armado (**421**) todos de igual altura y equidistantes *os, os (figura 289),* los cuales apoyan por sus extremos en las paredes de crujía ó de carga *A, B* ó en otras vigas. Cuando se emplean viguetas de hierro y han de arrimarse muebles ú objetos pesados contra las paredes transversales ó paralelas á ellas, debe tenerse presente su resistencia para estrechar la distancia ó espacio entre la pared y la vigueta inmediata. Donde las paredes de carga *A, B* no tienen la misma longitud y su diferencia es poca, los maderos ó viguetas se colocan de manera que en cada pared estén equidistantes aunque no paralelos.

Los maderos de suelo se colocan á la distancia de 30 á 50 c/m unos de otros, dependiendo de esto así como de su longitud y del peso que han de aguantar, las dimensiones de su escuadría.

Las viguetas ó hierros de piso son generalmente de sección doble T de alas iguales que se colocan de canto empleándose algunas veces las de sección Λ. Se aprovechan también los rieles ó carriles cuando el piso ha de tener poco espesor ó se obtienen baratos por ser de deshecho de un ferrocarril. Se colocan las viguetas á distancia de 0^m60 á 0^m80 y aun á 1 metro de eje á eje, dándoles

en frío una pequeña curvatura la cual es generalmente $^1/_{200}$ de su longitud, que es lo que descienden con la carga máxima.

513. Cuando los maderos ó hierros no alcanzan de una pared á otra ó éstas distan más de cuatro metros se divide la crujía en *tramos* rectangulares *(fig. 290)* por medio de *vigas maestras* ó *jácenas v a*, que reciben los extremos de los maderos ó viguetas de suelo.

En vez de vigas se hacen también los entramados denominados *de ensambladura* los cuales se forman con maderos de corta longitud que se sostienen unos á otros por sus ensambles, habiéndose ideado para ello distintas disposiciones.

En la que indica la *fig. 291* se emplean maderos denominados *cojos* cuya longitud es los dos tercios de la anchura de la crujía y apoyan por un extremo *c* en la pared y ensamblan por el otro *o* en un madero llamado *brochal b a*, que á su vez lo hace en otro cojo *o'c'* y así sucesivamente, salvándose el tercio restante de anchura de la crujía con los maderos que se indican de puntos.

El entramado de un espacio rectangular se hace también con maderos cuya longitud es los dos tercios de la distancia entre las paredes opuestas *(fig. 292)* poblándose el resto con maderos más cortos apoyados en los anteriores y en las paredes según se ve en *A, A*, ó formando cuadros como en *B, B, B.*

Con piezas de dos metros de longitud se ha construido el entramado que indica la *fig. 293* en un espacio cuadrado de 19^{m}50 de lado.

También se adopta la disposición de la *fig. 294* colocando unos maderos diagonalmente *ca, ca* llamados *cuadrales* y otros *n n* ensamblados en ellos y paralelos á las paredes disminuyendo unos y otros en longitud según se van acercando al centro del espacio que se ha de entramar.

Estas disposiciones exigen una altura ó lado vertical de la sección de los maderos bastante para los ensambles, apoyos provisionales ó andamios para ejecutarlas y cierto peralte ó levante en el centro del entramado porque descienden al hacer su asiento produciendo algún empuje en las paredes.

Empotramiento de la viguería en las paredes. — 514. Contribuyen los entramados á la trabazón ó encadenamiento de unas paredes con otras enlazando entre sí los extremos de los maderos ó vigas que asientan sobre las paredes ó que empotran en ellas; pero en este caso, la falta de aire y la humedad de los muros mientras se secan las mezclas, hacen que los extremos de los maderos ó *entregas* se recalienten y pudran y el hierro se oxide con la humedad. Se precaven estos daños cubriendo dichas entregas con arcilla, pintura al óleo, brea ú hojas metálicas y procurando que á la

madera no llegue la mezcla si es de cal y al hierro no le toque el yeso porque son atacados por estas sustancias. Estos medios no evitan del todo la humedad é impiden que la madera despida la de que está impregnada; y por esto, lo mejor es aislar por completo la parte de los maderos que entra en la pared aunque se pierda la fuerza del empotramiento ó hacer que aquéllos atraviesen todo el espesor de la pared para que sus cabezas queden al aire. Estas pueden quedar retiradas del paramento *p a (fig. 295)* y taparlas con una baldosa agujereada *B* que permite la ventilación de la madera pudiendo servir de decoración en las fachadas. La entrega debe tener de 0^m20 á 0^m25 ó coger la mitad ó el tercio del espesor del muro.

515. Los maderos de suelo pueden descansar sobre las paredes de varias maneras. Si las cabezas ó extremos están simplementes entregadas en los muros, no sirven bien al objeto de trabar unos muros á otros; por lo que se les sujeta sobre soleras *s (figura 296)* extendidas á lo largo de ellos clavándolos, ya por el costado, es decir, *á oreja (fig. 296)*, ya encepándolos con un corte á cola de milano ó á modo de riostra *(fig. 297)*.

Estas soleras *s* colocadas en el centro de la pared sirven de enlace entre los maderos de una crujía y los de otra siendo muy conveniente que sus extremos se junten lateralmente como se indica en la planta y alzado en la *fig. 298* uniéndolos además con pasadores *pn*. Algunas veces por aprovechar maderas de corta longitud que no pueden llegar al centro de la pared, se establecen dos soleras *s, s (fig. 299)* que enrasan con los paramentos del muro, con lo que son mayores los efectos de las vibraciones del piso, pues que los maderos obran como palancas de primer género, y las paredes además resultan degolladas, es decir, con sus paramentos al aire. Sin embargo, el espesor considerable de algunos muros exigiría maderos muy largos sin gran objeto, y en este caso pueden emplearse las dos soleras aunque colocadas á alguna distancia de los paramentos.

En todo caso, el hueco entre los maderos ó vigas ó sea la *tabica* se maciza con fábrica de la misma clase que la de las paredes para seguir elevando éstas.

Por lo común, las soleras descansan sobre nudillos embebidos en los muros como los que sirven para el asiento de los entramados verticales (**386**).

516. Las vigas de hierro no deben descansar directamente sobre la fábrica de las paredes, porque obrando como láminas tienden á cortar y desagregar los materiales, á no ser que éstos sean de suficiente resistencia para repartir la presión en mayor superficie. En caso contrario, hay necesidad de emplear placas de

fundición ó de palastro ó trozos de hierros planos los cuales se sientan bien á nivel.

Las viguetas se fijan por medio de escarpias que clavadas en soleras de madera cogen el ala inferior de las viguetas, ó se atraviesan éstas en su nervio por una barra horizontal ó cadena (**427**). En ocasiones basta hender por el medio alguna que otra vigueta encorvando sus mitades en ángulo recto *(fig. 300)* una á un lado *A* y otra á otro *B* ó emplear barras planas acodilladas *acs (figura 301)* las cuales se roblonan al nervio de las viguetas. También se roblonan barras planas *bd (fig. 302)* atravesando su extremo *d* por una llave *v v* especialmente si se trata de vigas maestras las cuales necesitan mayor seguridad en el empotramiento. Por esto, algunas veces atraviesan estas barras la pared y se presentan en el paramento exterior abarcando una placa ó rosetón de hierro fundido que puede adornar la pared cuando es una fachada. Se ha ideado también para asiento de las vigas maestras el empleo de coginetes de hierro colado *(fig. 303)* que se fijan en la fábrica por medio de pernos *P, P*.

517. Las jácenas se procura que repartan las presiones haciéndolas descansar sobre sillares ó placas de fundición ó palastro fuerte que se asientan á baño flotante de mortero. Los sillares son por lo común salientes en forma de ménsulas ó cartelas que aumentan la resistencia de la viga por resultar de menor longitud sirviendo además de adorno. Las placas de hierro llevan rebordes salientes en su cara superior para que entre ellos encajen las jácenas y si éstas se componen de dos vigas gemelas quedan separadas por un resalto central. La entrega de las vigas en las paredes debe asegurarse por medio de llaves *v v* (*fig. 304)* de un metro de longitud cuando menos enlazándolas con las barras que sirven para el encadenamiento de unas paredes con otras y con el paramento exterior mediante pernos *p n* que lleven un ojo en un extremo *n* por donde pase la llave y una rosca en el otro *P* para poner los tirantes, cuya tuerca coja una placa ó rosetón *rs*.

Tanto las vigas ó jácenas como las viguetas de hierro y maderos de suelo han de tener sus entregas envueltas en fábrica para que no puedan inclinarse á un lado ni á otro pues entonces recibirían oblicuamente la carga, y perderían resistencia especialmente las de hierro por su poco espesor.

518. Cuando la viguería tiene la suficiente resistencia para no necesitar de la fuerza del empotramiento y se desea evitar los inconvenientes de éste, se apoyan los maderos ó hierros en impostas *m p (fig. 305)* ó en carreras sostenidas por ménsulas ó cartelas ó aseguradas á los muros por medio de pernos *p n (fig. 306)* cuyo medio no es recomendable porque el hierro se puede oxidar.

Asiento de las jácenas sobre columnas ó apoyos de hierro. —**519.** Las vigas de madera descansan sobre las columnas de hierro cuando éstas no tienen bastante vuelo en su capitel (**378**) interponiendo una placa *a a* *(fig. 307)* que lleva un resalto inferior para asegurarse en el hueco *H* de la columna, y unos rebordes *a, a* en la cara superior que fijan la posición de la viga ó vigas *V, V,* las cuales se aseguran además por medio de pernos *pn*. Si las vigas son de hierro y los rebordes están más separados de lo necesario pueden introducirse entre éstos y aquéllas unas cuñas de madera, pero como ésta se seca con el tiempo y se afloja el acuñamiento y es preferible asegurar las alas inferiores de las vigas al capitel de la columna por medio de pernetes *p n* *(fig. 308)*.

Cuando sobre unas columnas han de colocarse otras debe procurarse que las vigas no actúen como palancas que pudieran producir con sus vibraciones algún movimiento en las columnas superiores. Estas pueden disponerse sobre piezas intermedias de hierro *(fig. 309)* que tienen dos bases planas *aa, bb* para fijarse por medio de pernetes en la columna inferior *C* y en la superior *C'* y á través de las cuales pueden entrar ó pasar las cabezas de las vigas *v v,* cuyo empalme se efectúa por medio de cubrejuntas y pernetes dejando aislados de las columnas los movimientos que pudieran producirse en ellas. Si las vigas de hierro son gemelas, éstas se disponen á los lados de la pieza intermedia *(fig. 310)* ensanchando y haciendo rebordes á la base inferior *bb* para que las vigas *V, V* asienten bien sobre la columna inferior *C.* En los dos casos ha de cuidarse de que haya un pequeño hueco *e, e* entre la cabeza superior de las vigas *V, V* y la basa de la columna superior *C'* á fin de que ésta no descanse sobre ellas.

520. Para que las vigas puedan apoyar sobre postes de hierro laminado han de presentar éstos en su cabeza una placa horizontal *bb* *(fig. 311)* que se fija en el poste por medio de escuadras *e s* robladas en ambas piezas, pudiendo descansar el poste superior *B* sobre las vigas mediante otra placa *a a* fijada también por escuadras á la base del poste superior. La unión se asegura con pernos *P, P* que atraviesan ambas placas y sujetan las vigas *V, V.*

Embrochalados.—**521.** Para no apoyar los maderos ó viguetas de suelo sobre un arco adintelado que no puede aguantar el peso del suelo, para dejar paso al cañón de una chimenea ó para establecer un hogar ó escalera, hay necesidad de dejar un hueco entre los maderos de suelo y la pared y se hace lo que se llama un *rompimiento ó embrochalado E* *(figs. 289 y 290)* disponiendo un *brochal b b,* ensamblado por sus extremos en dos maderos *ca, ca,* llamados *cabios,* que tienen mayor escuadría que

los demás y en cuyo brochal apoyan los maderos cojos comprendidos entre los cabios. La unión del brochal y los cabios se fortifica con estribos ó gatillos de hierro *(fig. 312)* para que la carga no ejerza toda su acción sobre las espigas de la ensambladura y cuando en un mismo cabio se reunen dos embrochalados, uno á cada lado, se procura que no estén igualmente distantes de la pared para que no caigan en un mismo punto los dos ensambles porque debilitarían al cabio ó se suprimen las espigas haciendo descansar los brochales en estribos.

522. Cuando el entramado se forma con viguetas de hierro, las piezas del embrochalado se unen ó ensamblan por medio de escuadras *e s* *(fig. 313)* que se roblan en el taller al brochal *B* y se sujetan al cabio *c a* por medio de pernetes *P.* Si las piezas que se unen tienen la misma altura en su sección transversal *(fig. 314)* habrá que cortar las cabezas del brochal *B* en la parte *a c* segun se ve en el detalle (Z) para que su nervio *n v* se pueda juntar al del cabio mediante las escuadras correspondientes *es*. Cuando son de distinta altura el brochal y los maderos cojos se comprende que solo se necesita cortar una cabeza, la superior si ambas piezas han de enrasar por arriba y la inferior si lo hacen por abajo.

Los embrochalados entre piezas de hierro, al contrario que entre madera, dan mayor resistencia á los pisos.

523. En el hueco ó caja de un embrochalado que ha de servir para un hogar, hay necesidad de colocar de un cabio á otro barras de hierro *hh* *(fig. 289)* que se acodillan por sus extremos para descansar en la cara superior de los cabios *ac, ac* y se sostienen por su medio en otros hierros cuadrados *ee* empotrados por un extremo en la pared y apoyado por el otro en el brochal *b b*, haciéndoles un codillo: si la caja del embrochalado es grande se forma un enrejado agregando otros hierros. Las extremidades de los hierros que se han de empotrar en la pared se abren en forma de cola de pescado y los cabios *ac*, conviene que tengan sujetas sus cabezas por los medios indicados (**515** á **518**). Los brochales se separan de $0^{m}80$ á $0^{m}90$ de la pared y los cabios $0^{m}40$ del cañón para que el calor no llegue á la madera: si se trata solo del paso de cañones de chimenea embebidos en la pared, la distancia se reduce á $0^{m}08$.

Disposición de los maderos ó viguetas sobre las vigas maestras.—524. Como es poco el canto ó grueso de las vigas quedan poco seguros sobre ella los extremos de los maderos y se juntan generalmente por sus costados asegurando la unión con pasadores como sobre los muros *(fig. 298)*. Se acostumbra también empalmarlos á media madera disponiendo el corte vertical. Las viguetas de hierro pueden unirse al tope por medio de cubrejuntas como

en las soleras *(fig. 195)* y también se fijan uniendo con pernetes las alas ó cabezas de las viguetas y las de las vigas.

525. Cuando los maderos de suelo han de enrasar por su cara superior con la de la viga maestra se hace encajar los cabos de aquéllos *M, M (fig. 315)* en escopleaduras *E* abiertas en los costados de la viga *va* fijando además el ensamble con clavos; y si la viga es de hierro se fijan en ella con roblones unas escuadras de brazos desiguales *e c (fig. 316)* que reciban los maderos de suelo *M* asegurándolos en su posición por medio de grapas *bg*, que cuando aquéllos se corresponden en su prolongación los de un lado y otro de la viga pueden ser unas bandas de hierro *dbg* que los unan. Se afirma la sujeción empleando pernos *p n* que enlazan la banda *d g* con el brazo horizontal de la escuadra de apoyo *ec*.

526. Si son viguetas de hierro las que forman el entramado se sujetan mediante escuadras como se indicó para ensamblar los brochales con los cabios en las *figs. 313* y *314*. Cuando la viga tiene sus cabezas formadas con hierros angulares *(fig. 317)* habrá necesidad de interponer entre su alma y las escuadras unas planchuelas *a c* que den el grueso de dichos hierros angulares *ea, cs*.

527. Por estos medios se dejan las vigas al descubierto por la parte de abajo, lo cual es de mal efecto en ciertos casos, y para evitarlo, se hacen á las de madera unas muescas en los costados *(fig. 318)*, donde ensamblan las cabezas de los maderos *M;* pero esto debilita las vigas *V* y se acostumbra acoplar unas contravigas *(fig. 319)* sujetas por pernos *pn* á la viga *V* en las que apoyen los maderos de suelo *M*. Se sostienen también las contravigas por estribos de hierro *(fig. 320)*.

Si la viga ó jácena es de hierro, pueden apoyar los maderos de suelo en sus alas inferiores *(fig. 321)* fijándolos en su posición por medio de dos barras *abc*, una por cada lado, las cuales se acodillan por un extremo *a b* para roblarse en el alma de la viga *V* y retienen al madero *M* con el perno *P* que va de una banda á otra.

Advertencias sobre la construcción de entramados horizontales.—528. Las piezas que hayan de soportar la carga de otras varias se han de situar sobre macizos y no sobre vanos en paredes de fábrica y sobre pies derechos ó tornapuntas en las de madera. En éstas no deben descansar los maderos de suelo en el mismo punto que los postes superiores para que éstos carguen á plomo sobre los inferiores y no puedan sufrir las vibraciones de los pisos.

La madera de suelo se coloca de canto y cuando tenga curva-

tura se ha de disponer de modo que presente hacia abajo la concavidad. Los maderos rollizos cuyo grueso es mayor por el raigal que por la cogolla se deben colocar gualdrapeados para que la parte débil de ésta se refuerze con la mayor resistencia de aquél y se compensen las desigualdades de sus gruesos, haciendo un enrase horizontal con desperdicios ó trozos de tablas ó listones que se clavan á los maderos y se igualan con la azuela.

529. Cuando las crujías son anchas y la altura ó tabla de un madero ó viga es mucho mayor que su canto ó grueso como sucede en los tablones y viguetas de hierro debe procurarse que no se tuerzan ó alabeen manteniendo invariable la distancia entre unos y otros. Los maderos de suelo *M, M (fig. 322)* pueden acodalarse por arriba y por abajo clavándoles unos ristreles ó listones *C, C,* á cuyos extremos se hacen unos cortes ó rebajos al tercio de madera, y si se trata de viguetas de hierro *v a (fig. 323)* empleando tablas gruesas *T* llamadas por algunos *travetales* las cuales se introducen á golpe de mazo asegurándolas en su posición por medio de grapas *s s* que enlazan las de un lado y otro de las viguetas *va.* Se emplean también barras planas *B (fig. 324)* acodilladas por sus extremidades *c, c* para roblonarlas ó atornillarlas en la línea neutra de las almas ó nervios de las viguetas *va* que es donde pueden debilitarse sin quitarles resistencia. El acodalamiento se hace también con listones á los que se hacen unos rebajos como los cortes indicados en la *fig. 322* para que encajen en ellos las cabezas de las viguetas ó por medio de barras cuadradas *aa, bb (fig. 325)* que se acodillan y aplanan por sus extremos *a', b'* para fijarlas con tornillos en el nervio de las viguetas *vt.* Se enlazan igualmente éstas por arriba y por abajo empleando barras planas *aa, bb (figura 326)* en las cuales se roblan unas manecillas *m, n,* que cogen las alas de las viguetas. Los codales necesitan algunas veces una mayor resistencia y se acude á los hierros angulares ó de sección *T (fig. 327)* acodillándose como se dijo respecto de los entramados verticales y detallan las *figs. 197* y *198.*

530. Cuando los maderos ó hierros hayan de recibir la carga de un tabique conviene estrechar la distancia con los inmediatos para aliviarles de la carga del piso y asegurar su empotramiento en las paredes ó la unión con las vigas maestras para darles más resistencia. Pueden también emplearse maderas más gruesas ó viguetas de alas anchas según sea de madera ó de hierro el entramado. Si el tabique es transversal á los maderos de suelo conviene disponer sobre ellos una solera de hierro cuyo grueso queda oculto en el solado dándole un ancho igual al espesor del tabique. En algunos casos se emplea un hierro de doble escuadra ó de canal *cd (fig. 328)* entre cuyos brazos se levanta el tabique *T.*

ARTÍCULO II

Relleno de los entramados horizontales y pisos de hormigón ó cemento armado.

Pisos de madera.—531. Se cubre ó llena el hueco de un entramado con tablas que se clavan normal ú oblicuamente á los maderos de suelo juntándolas por sus cantos *(fig. 329)* unas veces á ranura y lengüeta *A*, otras á media madera *B* y aun á junta plana *C* pero en este caso hay necesidad de emplear los listoncillos ó cubrejuntas *a s* y *C (fig. 189)* para que no pase el polvo, el agua ni otras materias ni pueda registrarse la habitación inferior cuando encoja la madera. Estos listoncillos se clavan solo á una de las tablas como se ve en *a*, para que no se rajen con la contracción de la madera. Si se desea interceptar los ruidos y el paso del calor ó del frío se extiende sobre el entablado una capa de alcatifa ó sean pedazos de ladrillo y yesones ó barro para recibir el solado.

Pisos económicos.—532. Se cubre el espacio entre los maderos de suelo por medio de cañas peladas juntas unas á otras normalmente, las cuales se clavan en varios puntos de su longitud, atándolas por abajo á otras cañas paralelas á los maderos para reunir sus resistencias parciales. Sobre este tosco tejido se extiende una tortada de yeso ó de barro mezclado con paja que sirve de cama al pavimento. Las cañas se sustituyen otras veces por listoncillos ó tablas rajadas. Por su parte inferior se suele hacer un revoco que oculta la mala vista de esta obra dándole más fuerza y facilitando su limpieza y blanqueo.

Se acoplan también á los costados de los maderos de suelo unos listones *s (fig. 330)* en los que se clavan tablas ó listoncillos *nn* envueltos en yeso para recibir una capa de alcatifa hasta enrasar con los maderos haciéndose por abajo el revoque.

Pisos de madera y ladrillo.—533. Cuando la distancia de unos á otros maderos de suelo lo permite, se colocan de plano ó *por tabla* sobre ellos ladrillos resistentes ó baldosas que cubran el hueco, tomando con mezcla las juntas y la parte que descansa sobre dichos maderos. Se extiende luego una capa de mezcla que se iguala con la paleta para recibir el solado. Si el ladrillo no alcanza de unos maderos á otros ó no tiene la suficiente resistencia, habrá que clavar transversalmente á los maderos *M (fig. 331)* unos listones llamados *alfajías aa, a'a'* de modo que la distancia de eje á eje entre ellos sea la longitud del ladrillo *c c* para sentar éste del

modo dicho, como se ve en la figura, cuya obra se llama *de alfajiado sencillo* diciéndose *doble* cuando la separación de los listones es del ancho del ladrillo, en cuyo caso, éste se sienta por sus bordes longitudinales sobre los listones, para que no se parta ó pueda servir aunque lo esté.

Forjado de los entramados de madera.—534. Consiste en rellenar de fábrica los huecos de un entramado denominándose *huecos ó en canal* cuando deja algunos espacios sin rellenar y *macizos* cuando la fábrica ocupa todo el hueco.

Se hace un forjado hueco sobre los maderos de suelo *m n (figura 332)* por medio de ristreles ó listones gruesos *L* entre los que se clavan á los maderos de suelo otros listoncillos ó cañas *a, a* sobre los que se forman con yeso unas canales ó bovedillas invertidas las cuales se adhieren además á los costados de los listones por medio de clavos.

Empleando maderos rollizos para suelos, pueden apoyarse en ellos *bovedillas* trasdoseadas de nivel *(fig. 333)* fabricadas completamente de yeso si los huecos entre maderos son pequeños, y de yeso y cascote formando un hormigón, sobre tabicado *a c (figura 334)* cuando los huecos son de más de $0^{m}4$. Cuando la madera está escuadrada se hacen muescas ó ranuras en los costados para sostener este relleno bastando en algunas partes entomizar la madera para conseguirlo. Las bovedillas de ladrillo pueden estribar también sobre listones clavados en los costados á lo largo de los maderos de suelo por su parte inferior.

Cuando por consentirlo la escuadría de los maderos de suelo pasa de $0^{m}40$ la distancia entre sus ejes, se pueden voltear de unos á otros bovedillas de rosca ó de hoja, las cuales se trasdosean con mortero basto y cascote. Si los maderos tienen una sección cuadrada pueden colocarse sobre una de sus aristas y servir sus caras inclinadas *(fig. 335)* para estribar en ellas las bovedillas.

Por este medio conviene cubrir los embrochalados debajo de los hogares haciendo que la bóveda descanse por un lado en la pared *P* y por otro en el brochal cuyas extremidades han de asegurarse bién para que no cedan al empuje.

535. Se hace *macizo* el forjado cuando el hueco entre maderos de suelo es lo más una cuarta parte mayor que la anchura de su escuadría y se sostiene por medio de tomizas que pasan diagonalmente de unos á otros maderos formando un tejido *(fig. 336)*. Para hacer el forjado se adapta y se sujeta con cuerdas un tablero por la parte inferior y se colocan yesones y cascote entre la malla de la tomiza recibiéndolos con yeso trabado: por fin se vierte yeso claro para llenar todos los huecos y hacer unida la superficie inferior que ha de formar el techo, y la superior que ha de recibir el solado.

Los huecos entre maderos se llenan también con botes ó cacharros de barro cocido que se sujetan con clavos, tomiza y yeso ó se apoyan en listones clavados á los costados de los maderos para lo cual puede dárseles la forma conveniente como indica en sección la *fig. 337.*

Pisos con viguetas de hierro.—536. Sobre los codales indicados en la *fig. 323* puede disponerse el entablado ó enlatado ya descritos dando á éstos la suficiente resistencia para recibir el pavimento. También es fácil colocar el ladrillo por tabla sobre ristreles ó listones fuertes *L (fig. 324)* haciendo á éstos una ligera muesca *s* por su parte inferior para que encajen en la cabeza de las viguetas.

Pueden igualmente disponerse sobre las viguetas unos cuadradillos de hierro como los codales *a a (figs. 325* y *326)* pero separados solamente de 0^m^20 á 0^m^30 para formar un enrejado que reciba el ladrillo mediante una capa de mezcla la cual sirve después para sostener el cielo raso. En vez de los cuadradillos para sostener los ladrillos, se emplean en ciertos casos barras planas ó hierros T con la cabeza para abajo, la cual debe fijarse con pernetes á las viguetas.

537. Para solados de fábrica es muy común construir bovedillas de tabicado sencillo ó doble que estriben sobre las alas inferiores de las viguetas doble T ó en los costados de las de sección V *(fig. 338)* colocando en éstas á trechos unas barretas como gatillos *g g* para impedir que se cierren con el empuje de las bovedillas. Éstas estriban en las paredes mediante una ranura ó resalto y se trasdosean de nivel con cascote y mortero, cuyo relleno impide que las viguetas se tuerzan ó inclinen. En su construcción ha de cuidarse de que se contrarresten los empujes si las viguetas no están acodaladas ó arriostradas. El tabicado se hace algunas veces con baldosas molduradas por abajo para presentar un techo de aspecto artesonado.

538. El relleno entre viguetas de hierro se hace muy comunmente de ladrillos huecos que tienen diferentes formas y tamaños *(fig. 339 á 341)* y ocupan con una ó dos hiladas ó capas todo el espesor del piso presentando por abajo un techo curvo ó plano. Los ladrillos son de barro cocido ó de yeso pero tienen el inconveniente de que anidan en ellos los roedores y si no alcanzan de una vigueta á otra se producen fácilmente grietas entre ellos.

539. Se hace también el relleno formando bovedillas de hormigón hidráulico ó de yeso con cascote de ladrillo ó yesones que enrasan con las cabezas superiores de las viguetas. Empleando yeso puede aligerarse el macizado dejando huecos cilíndricos *(figura 342)* como se indicó para las bóvedas (**499**).

El forjado macizo se construye del mismo modo que entre maderos de suelo; pero como, por su mucha separación, no presentan las alas ó rebordes de las viguetas ó hierros de piso el apoyo que necesita la mampostería ú hormigón del relleno, se necesita sostenerlo con un enrejado. Este se forma, cuando hay riostras ó codales, cruzando sobre ellos unas varillas separadas de 0m25 á 0m30; y si aquellas piezas se encuentran con el eje neutro de las viguetas *(fig. 343)* se acodillan las varillas *d* para que igualen en *c* con la parte inferior de las viguetas. En caso de no haber codales ó riostras, se apoyan las varillas del enrejado en las alas inferiores de las viguetas *(fig. 326)* fijándolas con las manecillas *n* ó con tornillos ó pernetes á cuyo fin se hacen previamente en el taller los taladros convenientes en dichas viguetas.

540. Se emplea palastro para salvar el hueco entre viguetas cuando éste pasa de un metro. Se le da forma arqueada y se sujetan sus bordes en las alas inferiores de aquéllas por medio de roblones. Las juntas de empalme se refuerzan con barras planas ó hierros de T arqueados que hacen de cubrejuntas y se roblonan con las hojas de palastro. Sobre éste se extiende hormigón ó alcatifa para enrasar con las viguetas y formar el asiento del solado.

El palastro ondulado se emplea disponiéndolo de modo que las canales estén en sentido transversal á las viguetas apoyando en las alas inferiores de ellas á las que además se roblonan. El espacio restante entre viguetas se rellena de alcatifa ú hormigón.

541. Separando las viguetas de 1m50 á 2m las cuales han de tener la resistencia correspondiente, se pueden voltear bóvedas de ladrillo á rosca con cemento, ó de tabicado doble con yeso rebajadas $^1/_8$ ó $^1/_{10}$. Los hierros han de ser de ala ancha y apoyar en puntos sólidos enlazando unos con otros por medio de tirantes de hierro que contrarresten los empujes.

Suelos armados con hierro forjado.— 542. Se han construido pisos en crujías de unos 4 metros de luz, luciendo una armazón de barras planas *A, A' fig. 344)* de 30 × 9 m/m de sección y ligeramente arqueadas, las cuales se colocan de canto á la distancia de 0m75 unas de otras y se enlazan ó arriostran á trechos de la misma medida por medio de cuadradillos *R, R'* de 16 m/m cuyos extremos finales se empotran y aseguran en las paredes testeras. Sobre las riostras se cruzan otros cuadradillos de 11 m/m separados 0m25 y se coloca un tablero debajo para extender el relleno que ha de recibir encima el pavimento cuidando de que si se emplea yeso, éste no envuelva al hierro porque lo oxida.

Con este fin y para preservar el hierro de la acción directa del fuego que lo dilata produciendo la separación y ruina de las fábricas se ideó envolverlo en cemento de Portland dando á éste un

espesor de 5 á 7 c/m. Se dispusieron entre paredes distantes 4^{m}90 unos cuadradillos retorcidos *C, C (fig. 345)* separándolos 1^{m}67 y se envolvieron en un macizo de hormigón formando bovedillas trasdoseadas á nivel de unas á otras con un espesor de 15 c/m en la clave y 38 de altura ó grueso en las barras. Los hierros se pusieron dobles *(fig. 346)* en una crujía de 7^{m}93 de anchura empleando hierros también retorcidos de 25 m/m distantes 0^{m}90 cada pareja volteando sobre ellos bovedillas con un espesor uniforme de 0^{m}10. Se han empleado también barras planas colocadas de canto de una pared á otra atravesándolas por varillas para formar un enrejado, el cual se sustituyó por simples barras cuadradas retorcidas y paralelas envolviendo en ambos casos el hierro en una capa ó tortada de hormigón formada con 5 partes de gravilla y granito partido por 1 de cemento.

Pisos de hormigón armado.—543. Se forman generalmente de vigas (**422**) armando el espacio intermedio con varillas que van de unas á otras envueltas en hormigón. Se hacen también los suelos con hierros redondos cruzados que se atan con alambre formando, cuando el espacio es grande, un enrejado como el indicado en la *fig. 347*. También sobre viguetas de hierro que se separan de 1^{m} á 2^{m}50, se forman los pisos con el hormigón ó cemento armado empleando para ello enrejados ó tejidos de alambre de 2 á 4 m/m de grueso ó el metal deployé de 3 m/m y también el hierro inclave (**141**).

Para su ejecución, sobre un tablero horizontalmente dispuesto por debajo, se tiende una delgada capa de hormigón y se colocan sobre ella las varillas transversalmente al espacio que han de cubrir, cuidando de que se crucen ó entrelacen con los hierros que forman las horquillas de las vigas armadas del mismo material (**422**). El hormigón se extiende por capas de menos de 0^{m}05 de espesor comprimiéndolo ligeramente con un pisón para que el hierro quede bien envuelto sin hueco alguno y obtener de este modo un espesor uniforme.

Tienen estos pisos la ventaja de su poco espesor y del arriostramiento que se establece entre todas sus partes resultando que el esfuerzo ejercido en un punto se trasmite á los demás, no teniendo el inconveniente de las viguetas de pisos que se tuercen y obran como palancas sobre las paredes, determinando su caida: el hormigón puede agrietarse pero no peligra su resistencia y estabilidad.

Por la dificultad que presentan los hierros para hacer un agujero en esta clase de pisos debe procurarse, cuando se construyen, de dejar los huecos correspondientes al paso de tuberías ú otras instalaciones análogas.

ARTÍCULO III

Solados ó pavimentos.

Condiciones y preparación del trabajo.—544. El plano superior de un suelo, es decir el *pavimento*, ha de ser horizontal ó ligeramente inclinado, de un material suficientemente duro y compacto para resistir al desgaste, que produzca poco polvo cuando se barre por lo perjudicial que es para la salud y absorba poca humedad cuando se lava, la cual es gérmen de numerosas enfermedades. Debe ser de superficie lisa y no resbaladiza y descansar sobre una cama firme para que las presiones ó cargas que ha de sufrir encuentren igualdad de resistencia y no se produzcan desnivelamientos que son la causa principal de su desarreglo especialmente cuando han de recibir el paso de carruajes.

545. Para solar un piso se iguala éste según la superficie que ha de presentar, regándolo y apisonándolo si ha de hacerse sobre tierra: se colocan algunos puntos á nivel ó según la inclinación que ha de tener cuando ha de ser plano ó con la curvatura que exijan las generatrices si el pavimento ha de ser cóncavo ó convexo, y asegurados estos puntos ó líneas con mezcla para que no se muevan, servirán para marcar la superficie del solado colocando de unos á otros cordeles tirantes ó reglones llamados *igualas* cuya cara inferior determinará las líneas maestras que hayan de servir de guías para el solado. Si el pavimento está limitado por paredes, se marca en éstas á una altura dada (que puede ser la longitud de una regla) una línea con la inclinación ó nivel del piso, la cual sirve para sentar al pie de la pared algunos puntos ó una hilada del solado que sea la guía ó maestra del mismo. Al marcar esta guía se tendrá presente si la habitación ha de tener alfombra ó estera, para rebajarla y que ésta no entorpezca el movimiento de las puertas.

Afirmados.—546. Se hacen donde el piso ha de aguantar el paso de carruajes y caballerías y su forma debe tener un peralte en el centro llamado *bombeo ó bombado, aba (fig. 348)* de modo que tengan una pendiente de 3 á 4 por 100 hacia los lados, para que escurran las aguas pluviales.

Se componen de dos capas de piedra, la inferior ó primera de un espesor de $0^{m}12$ á $0^{m}14$ cuya piedra se machaca de pie con un martillo de mango largo llamado *almaina ó marro* hasta reducirla á un tamaño de $0^{m}05$ á $0^{m}07$ de arista máxima y la superior ó segunda que tiene un espesor de $0^{m}08$ á $0^{m}12$ también de piedra

que debe partirse sobre la anterior á un tamaño de 0m03 á 0m04 para que llene sus huecos, y presente una superficie regular y unida. Sobre esta capa se extiende otra de arena migosa llamada *recebo* que debe regarse y apisonarse ó comprimirse con un rodillo ó rulo pesado de piedra ó hierro para que la superficie quede alisada: los carruajes y mejor el tránsito de caballerías consolidan el firme si se cuida de que no pasen por el mismo sitio, pues aquéllos producen unas rodadas profundas que lo descomponen.

Adoquinado.—547. Es un suelo compuesto de piedras regularizadas simplemente al martillo ó pico para que su superficie sea áspera y no puedan resbalar en ella las caballerías. Los adoquines tienen de 0m10 á 0m15 de anchura por 0m20 á 0m30 de longitud en la cara que ha de quedar visible llamada *cabeza* y otro tanto de profundidad ó *cola*. La base sobre que descansan es generalmente un poco más pequeña que su cabeza.

Los adoquines se disponen en filas normales á la dirección del tránsito y se encierran dentro de otras filas ó *cintas* de mayor tizón ó cola que sirven de guías ó maestras. En las vías públicas se da al adoquinado la forma convexa para que escurra el agua á los costados y los carruajes que se cruzan tengan más holgura entre los ejes de las ruedas: en un patio *(fig. 349)* las cintas *a c* marcan las vertientes para las aguas y las conducen al punto de desagüe ó *tragadero c* el cual es una losa con un agujero para que viertan en una cavidad *A* donde se depositan las materias pesadas y tienen salida á la atarjea *T* que las conduce fuera del edificio ó al sumidero.

Para sentar los adoquines, se iguala y apisona la superficie que se quiere solar y se extiende luego un lecho de arena ó de mortero llamado *forma* de 0m08 á 0m14 de espesor siendo preferible la arena por su elasticidad en sitios que han de ser muy transitados. Se colocan los adoquines á juntas encontradas golpeándolos con el *martillo (fig. 350)* para que asienten y dejando entre ellos una junta de 1 á 3 c/m que se rellena de arena ó mortero á fin de que no se toquen porque el choque de unos con otros los rompería. Si se asientan sobre arena deben cubrirse con una ligera capa de la misma y apisonarse una vez concluído el adoquinado hasta que la superficie descienda de 3 á 4 c/m. Cuando se quieren evitar filtraciones se colocan sobre un lecho de hormigón, guarneciendo las juntas de los adoquines con mortero sin apisonarlos porque si la mezcla está fresca salta y si se ha secado se quiebra perdiendo la cohesión.

Empedrados.—548. Se forman con piedras irregulares entre cintas ó maestras que algunas veces son de adoquines aunque no nos parece recomendable porque su mayor superficie le da más resistencia y no cede tanto al paso de los carruajes como el empe-

drado resultando al poco tiempo desigualdades. Por esta razón deben ser las piedras de un tamaño uniforme.

Las piedras se sientan sobre una cama ó capa de arena, que debe extenderse sobre un suelo apisonado: se les hace hueco en la arena con el pico del martillo y se colocan con su mejor cara hacia arriba por filas transversales al tránsito y á juntas encontradas golpeándolas ligeramente. Se extiende luego arena, se riega, algunas veces con lechada de cal y se apisona por zonas, primero con suavidad y luego fuertemente hasta que baje 3 á 4 c/m como el adoquinado.

549. Con guijo, ó sean cantos rodados de pequeñas dimensiones y de forma de un huevo achatado puestos de canto, se hacen vistosos empedrados formando estrellas ú otros dibujos; se colocan primero las piedras que rodean el contorno de las figuras y se rellenan luego los espacios por filas ó en la dirección que mejor cumpla al objeto.

En Portugal y poblaciones fronterizas se hacen empedrados con pequeñas piedras de cantera blancas y negras que presentan en la superficie la cara más lisa ajustando bién las juntas de unas con otras y combinando los dos colores para formar dibujos (*figura 351)* y aun letras. Es un piso bastante cómodo especialmente cuando el tránsito lo ha alisado.

Enlosados.—550. Estos se hacen con losas sentadas de plano. Se da á las losas la forma rectangular ó la cuadrada y rara vez la de otra figura porque aun la cuadrada de una misma dimensión es difícil proporcionarla á no ser con un gran costo ó en explotaciones de gran consideración en que puedan separarse las que resultan proporcionadas á la figura. Se disponen las losas por filas de un mismo ancho paralelas á un lado del perímetro, con sus juntas ó llagas á juntas encontradas cuyo aparejo se denomina *de sepultura;* si las losas son cuadradas pueden colocarse también en sentido diagonal que se dice á *cartabón* cuyas juntas reunen en un punto las esquinas de cada cuatro losas.

Se sientan las losas empezando por una punta ó extremo calzándolas para que ajuste su cara superior con el cordel ó reglón que sirven de guías, cuidando de que las llagas ó juntas sean finas y estén bién en línea sin formar garrotes, los cuales se cortarán en el acto. Se rellenan luego las juntas con lechada ó mortero, y cuando haya fraguado se raspan y toman ó cogen con buena mezcla hidráulica si es posible.

En solados de piedras ó mármoles de varios colores, es necesario no solo que casen bien unos con otros, sino que sean todos con corta diferencia de igual dureza para que no se desgasten unos antes que otros ni se originen desigualdades en el piso.

Enladrillados.—551. Se emplean los ladrillos para solar escogiendo para ello los más duros y bien cocidos, compactos y de grano no muy grueso.

Se pueden colocar de canto como un sardinel lo que se llama á *espina de pescado,* donde el grueso del ladrillo forma la superficie del solado. Se sientan sobre una cama de arena colocándolos á mano unos al lado de otros y extendiendo sobre ellos arena fina para que las juntas se rellenen con ayuda de las aguas, choques y otras mil circunstancias ó sobre una capa de mortero de unos 12 c/m en cuyo caso se mojan antes en agua de cal golpeándolos con el revés de la paleta para que se afirmen.

La colocación de plano de los ladrillos ó rasillas, se dispone á juntas encontradas como en un tabique ó mejor como indica la *figura 352*. Para su asiento se extiende sobre el suelo una capa ó cama de alcatifa ó tierra crivada de $0^{m}03$ á $0^{m}08$ de espesor y se coloca un cordel tirante ó mejor un reglón (**545**) que enrasan con la superficie que ha de tener el solado, sentando luego los ladrillos á baño de mortero; el cual debe rebosar por todos lados al comprimirlos con la mano para que su cara superior coincida con el cordel ó reglón y con la raya que marca en la pared el nivel del solado, lo cual se comprueba con una regla colocada encima de los ladrillos. Cuando el solado puede aguantar el peso de un hombre sin que se muevan ó *bailen* los ladrillos, se raspan las juntas ó llagas y se cogen con mortero fino que se comprime y alisa con la paleta. Empleando mortero de cal se acostumbra frotar las llagas ó juntas con un ladrillo, cuyo polvo da propiedades hidráulicas, haciendo inmediatamente el alisado.

Embaldosados.—552. Cuando las baldosas son cuadradas (mazarís) pueden disponerse á juntas encontradas y en filas ó como tablero de damas, aprovechando los varios matices para hacer combinaciones. Se colocan en general diagonalmente al perímetro del suelo, es decir, *á cartabón en cuadrado (fig. 353)*. Con baldosas de figuras diferentes y colores se hacen combinaciones variadas á gusto del constructor, debiendo proscribirse las que produzcan aparentes depresiones ó elevaciones que hacen inseguro el paso y desconciertan la vista.

Se sientan las baldosas como los ladrillos pero con más esmero. Unas veces se dispone el cordel tirante ó reglón por el centro del local haciendo coincidir con ellos la diagonal de las baldosas para formar una maestra central, la cual y la línea de nivel marcada en el pie de las paredes sirven de guía para completar el solado y otras veces se coloca el tirante ó reglón paralelamente á las paredes sentando junto á ellas unas filas de baldosas ó cintas que sirvan de maestras comprobando después el enrase de las baldosas

al sentarlas con reglas que se colocan de una cinta á otra ó encima de las baldosas ya sentadas.

553. Si el solado es de baldosines de barro comprimido (**62**) se deben remojar antes de emplearlos y una vez sentados, se limpian del mortero que rebosa de las juntas y se extiende encima aserrín de pino frotándose al día siguiente con un esparto y cuando está seco con salvado para sacarle brillo.

554. Los azulejos (**65**) se colocan lo más á hueco que se pueda limpiándolos con un trapo según se van sentando, especialmente si se emplea para ello la cal ó cemento porque son difíciles de limpiar después del fraguado de la mezcla.

555. Cuando se emplean baldosines hidráulicos (**151**) debe hacérseles una capa de hormigón de 3 á 4 c/m de espesor y sentarlos á hueso con mortero hidráulico: después se echa encima una lechada de cemento que se extiende con una escoba para rellenar las juntas y se quita el sobrante frotando con aserrín que no sea de roble ó encina cuyo tamino mancha los baldosines. Fraguado el cemento se limpia el solado con aserrín ó tierra molida y una escoba hasta que quede brillante.

556. La colocación del llamado mosaico (**67**) se ajusta á los dibujos que han de presentar requiriendo su asiento un tacto y práctica especiales. Se iguala ó enrasa bién una capa de hormigón como en el caso anterior, y cuando ya ha fraguado se colocan las piezas en seco entre reglas de hierro obligándolas á enrasar á golpe de mazo, lo cual conseguido, se extiende encima una lechada fina de mortero para que se introduzca en las juntas y complete el asiento. La firmeza de este solado solo se consigue sobre terreno firme, sobre bóvedas ó pisos que no permitan vibraciones pues con éstas se mueven las piezas del solado y se levantan.

557. Las baldosas de vidrio (**155**) que se emplean para dar luz á las habitaciones inferiores, se disponen sobre la cara plana de unos marcos hechos de barras de hierro que sean de gran rigidez para que no tengan movimiento, pues el vidrio se quiebra con facilidad cuando lo comprime la flexión de la armadura donde descansa. Los cristales se colocan á nivel por medio de cuñas de madera blanda, y las juntas, que deben tener de 3 á 4 milímetros, se toman con masilla ó cemento y mejor con una materia bituminosa de base asfáltica para que ceda en caso de haber algún movimiento con los cambios de temperatura. Las baldosas cuadrilladas deben disponerse de manera que sus resaltos estén salientes sobre el marco.

Mosaicos ó pavimentos teselatos.—**558.** Se forman de pequeñas piedras cúbicas de 6 á 12 m/m de lado llamadas *teselas* representando dibujos con sujeción á una pintura determinada.

Para construir un mosaico se traza una cuadrícula en la pintura ó modelo y se colocan las teselas por cuadrículas sobre una tabla ó piedra bién plana de modo que el color de cada una sea igual al correspondiente de la pintura hasta obtener un trozo de mosaico, en cuyo caso se ata con una cuerda y se echa encima una lechada clara de cemento ó betún para llenar las juntas de las piedras y cubrirlas con una capa que ha de ser su base de asiento pues el trozo de mosaico se invierte para colocarlo en su sitio. Para esto se apisona y aplana bién el suelo con una *aplanadera* que consiste en una piedra ó tabla gruesa provista de un mango largo y luego se iguala con una capa de mortero para formar un plano sobre el que ha de sentarse el mosaico, el cual se frota cuando está seco para pulimentarlo como los mármoles (44).

Otro mosaico llamado *sembrado* se forma con piedrecillas que se colocan á mano ó se echan sobre una capa de mortero, apisonándolas luego con suavidad para que presenten una cara plana; cuando ha hecho cuerpo, se vierte mortero para llenar los huecos y una vez seco se pule con ayuda de polvo de arena y agua.

También se construyen mosaicos formando bandas ó figuras con trocitos de piedra clasificados por colores que se embuten en una capa de hormigón de cemento. Para ello, se dejan caer por un embudo las de un color siguiendo las líneas de la figura y luego las de otro antes de que el cemento se endurezca y se golpea con un pisón de maza cónica y herrada para unir y llevar á nivel las piedrecitas.

Solados de mezclas.—559. Los morteros comunes solos ó con polvo de teja ó cemento y también con yeso, los hidráulicos y el yeso puro ó con alguna cal son empleados en solar las habitaciones, dependiendo la elección de la clase de materiales que existen en la localidad y del uso á que se destine así como de la economía que se imponga en la construcción. El cemento debe mezclarse con arena porque puro se agrieta. Si se emplean colores, conviene echarlos en el agua que ha de servir para el amasado removiéndola contínuamente pues los colores tienden á irse al fondo por ser más pesados que el agua y cuando aquéllos hayan de echarse en la mezcla, esto debe ser en seco y darle muchas vueltas pasándola además por un tamiz ó criba. En todo caso, el agua ó la mezcla debe hacerse de una vez toda la de un mismo color para que éste resulte igual en todo el solado.

Bien enrasada y firme la cama que ha de recibir el pavimento, se tiende la mezcla por fajas entre dos reglas ó cuerdas tirantes que determinen su anchura y espesor igualando aquélla con la paleta ó pasando una regla por encima de las reglas; y cuando empieza á fraguar la mezcla ó endurece, se frota con la paleta ó con

un canto rodado, con cuya operación se consigue en algunos casos sacar brillo al piso.

560. El solado de cemento se hace sobre una capa de hormigón que conviene apisonar, extendiendo encima otra bién igualada y compuesta de gravilla ó arena gruesa para recibir la última más fina de cemento con doble cantidad de arena y de 1 á 2 c/m de espesor. Es muy importante mantener siempre húmeda la obra ya sea con paños mojados, aserrín ó arena que se riegan á menudo. La dilatación y contracción que sufre el cemento deben tenerse presentes cuando el solado es de grandes dimensiones, para dividirlo en secciones y evitar que aquellos efectos se reunan en un punto y produzcan deformaciones.

561. Empleando yeso, se iguala con granzas ó yeso negro sin acribar y después de regar la cama entre las reglas se vierte el yeso muy suelto para que por sí solo busque su nivel teniendo en cuenta su aumento de volumen al fraguar para no llegar á las paredes: antes de que concluya de fraguar se alisa y comprime con la llana para darle brillo. Se hace más duro este solado agregando al yeso $^1/_6$ de cal apagada en polvo y bañando el pavimento después de seco con una disolución de sulfato de cinc que le da un tinte rojizo. También le da dureza una mano de aceite.

562. En los solados de mezcla se acostumbra imitar las juntas de las losas ó baldosas marcándolas con un clavo antes que se endurezca completamente y se imita la labra de la piedra pasando por encima un rodillo estriado ó lleno de asperezas, antes de que fragüe la mezcla.

Asfaltados.—563. Requieren una cama firme de hormigón bién igualada para que no hagan asientos que son su ruina, y bién seca pues que el vapor que desprende la humedad empuja la capa de betún y produce irregularidades en la superficie.

Inmediato al sitio que se ha de asfaltar se funde betún en una caldera y se echa la masa asfáltica en pedazos revolviendo la mezcla hasta que se liquida, en cuyo caso se agrega poco á poco la gravilla ó arena gruesa y después de bién batido todo y fundido se saca con un cazo para extenderlo de prisa entre reglitas de hierro y por fajas de unos 0^{m}60 de anchura por 10 á 15 m/m de grueso: se espolvorea luego la superficie con arena gruesa y se alisa con una plancha de madera dura. Se hace también el asfaltado en planchas preparadas de antemano que se reblandecen por sus bordes para unirlas. En el encuentro con paredes debe aplicarse la masa bién caliente para evitar filtraciones dando á la unión la forma de claflán.

564. El asfaltado que ha de sufrir el paso de caballerías, debe ser áspero aumentando la gravilla ó haciendo cuadrillada

de dibujos resaltados la superficie por medio de planchas de hierro que tengan los rehundidos correspondientes. Se emplea el asfaltado en las calles ó plazas siempre que tengan poca pendiente dándole un espesor de 4 á 6 c/m que se hace por lo general de varias capas espolvoreadas y comprimidas.

Entarugados.—565. Se denominan así los pavimentos que se forman de tacos de pino, encina, fresno ú olmo, generalmente preparados para su mayor duración; los cuales descansan sobre una capa de hormigón bién apisonado, colocándolos con sus fibras verticales y por hiladas paralelas, cuyas juntas de 8 á 10 m/m se rellenan de mezcla alquitranada ó de cemento cuidando de dejar junto á las paredes un espacio de $0^{m}05$ que se llena con arena ó arcilla para que permita las dilataciones y contracciones. Sobre la obra se extiende una ligera capa de arena gruesa ó gravilla que el tránsito introduce entre la madera haciéndola más resistente y dura.

Pavimentos de madera.—566. Cuando se forman de tablas anchas simplemente yustapuertas por sus cantos se llaman *entablados* y cuando son estrechas (menos de 12 c/m) *entarimados*. Se denominan *de ensambladura* los que se construyen de tablas cortadas según un dibujo y *de cuarterones ó de recuadros* cuando se forman de cuadros sueltos que se unen al colocarlos.

Todos ellos se aseguran en listones llamados *durmientes* dispuestos en filas distantes de $0^{m}25$ á $0^{m}50$ cuyas caras superiores enrasan según un plano horizontal y deben descansar en terreno seco y aireado, que si no lo es, ha de formarse con piedra, cascote, carbonilla ú otro material que ofrezca huecos para evitar la humedad. Los durmientes se sientan también sobre una capa de asfalto en la que se aseguran, ó se tiende sobre ellos un cartón bituminoso. En los pisos superiores ó artificiales, sirven algunas veces de durmientes los maderos de suelo que entonces se dice que están *á vano* y otras se aprovechan los codales ó travetales dispuestos entre las viguetas de hierro. Los durmientes se aseguran ó fijan con clavos ó se cogen con yeso si la cama está hecha con este material como los *D (fig. 343)*.

Cuando se quiere que los ruidos no pasen de un piso á otro se puede rellenar el hueco entre los durmientes con pelote, paja ó musgo seco ú otra sustancia análoga.

567. En el *entablado ordinario* se emplean las tablas como salen de la sierra, (**216**) del ancho de 20 á 23 c/m pero de un grueso mayor de 2. Se cepillan ó no por sus caras y se colocan sobre los durmientes unas junto á otras, sea á junta plana *C, (fig. 329)* recorriendo sus cantos con la garlopa para que ajusten bién, sea á media madera *B, B* ó á ranura y lengüeta *A*. Se disponen las ta-

blas generalmente en sentido normal á los durmientes, en los que se fijan con dos ó tres clavos cada una, cuyas cabezas se embuten en la madera con un puntero dándole martillazos cuando se quieren acepillar las tablas después de clavadas para quitar las desigualdades. Las juntas de las extremidades de las tablas se hacen al tope sobre los durmientes ó maderos de suelo para clavarlas en ellos cuidando de que no caigan todas en uno mismo sino que estén alternadas. También se unen á media madera estas extremidades como se ve en la *fig. 354*, cuidando de que la tabla inferior *A* llegue cerca del borde *c* del madero *M* y la sobrepuesta *B* hasta la mitad *e* del mismo: las dos tablas se clavan haciendo que penetren los clavos hasta el madero de suelo.

Estos quedan encerrados ó cogidos en su perímetro por el enlucido de las paredes.

568. Los *entarimados* son de ejecución más esmerada y sus estrechas tablas llamadas *tabletas* ó *hijuelas* se clavan sobre los durmientes unas veces normales á ellos y otras en sentido diagonal *(fig. 355)* combinándose algunas veces maderas de distintos colores. Las juntas extremas de las tablas pueden hacerse á inglete formando una línea contínua *ab*, es decir *en espina de pescado* ó *á corte de pluma*, ó en ángulo recto *bc* llamado en punta de Hungría ó *en espinape*. También se cortan las tablas según se ve en *c d* pero este trabajo es de un corte doble y exige más cuidado en la colocación por lo que se usa poco. Las tabletas se unen por sus cantos á ranura y lengüeta adoptándose la disposición de la *fig. 356* donde la parte inferior *a* tiene más salida que la superior *d* para que los clavos de sujeción queden ocultos ó cubiertos.

Se encierra por lo común el entarimado en un marco ó friso que es una faja de tabla estrecha á lo largo de las paredes ó se termina en una tabla vertical ó rodapié que oculta la unión con la pared.

569. Los pavimentos de *ensambladura* se componen de hijuelas ó tabletas cruzadas en todos sentidos, dejando entre ellas huecos generalmente cuadrados *(fig. 357)* y algunas veces triangulares ó poligonales, llenándose en todos con trozos de tabla cuidadosamente ensamblados unos á otros. La madera que en ellos se emplee ha de ser dura y sin nudos, con aristas vivas y bién cortados sus ángulos para que ajusten bién. Los durmientes se disponen con un ligero peralte en el centro del local cuando éste es de grandes dimensiones á fin de que queden horizontales si se produce algún asiento.

570. Los *entarimados de cuarterones ó de recuadros* son imitación de los antiguos embutidos ó mosaicos de madera (taraceas) y se componen de cuadros sueltos de distintas figuras formados por un bastidor relleno de maderas finas de colores, perfectamente

labradas y ajustadas entre sí, formando variados dibujos *(fig. 358)*. Se unen entre sí á ranura y lengüeta y se clavan á los durmientes *ds*, *ds* ó se establecen sobre un entablado sencillo ó sobre un buén solado cuidando de que en las uniones de dos piezas se encuentren cruzadas las fibras de la madera para que se opongan mutuamente al alabeo. Los recuadros se colocan también diagonalmente sobre los durmientes, y otras veces se encajan por sus cantos en compartimientos formados de piezas ensambladas que hacen de durmientes ó soleras. Estos pavimentos cuando son de mucha extensión, se hacen con un ligero bombeo en el centro como los de ensambladura dejándoles cierta holgura contra las paredes para que puedan ceder á las contracciones y dilataciones y cuando están terminados se recorren con cepillo y lija. Se saca brillo á los entarimados dándoles una mano de cera disuelta en esencia de trementina ó en agua caliente con sal de tártaro cuya mano, cuando está seca, se frota con una brocha ó cepillo para sacarle brillo.

Pavimentos de baldosas vegetales.—571. Los productos que se fabrican con aserrín de madera ó corcho (241) se sientan, según es su naturaleza, sobre un entablado sin acepillar, sobre durmientes ó maderos de suelo ó encima de un enladrillado ó capa de hormigón, empleando en unos el betún, la mezcla de cal ó yeso, y los clavos ó tornillos en otros.

ARTÍCULO IV

Techos y revestimiento inferior de suelos.

Techos varios.—572. La cara inferior de los suelos debe recorrerse dejando lisas las superficies para que entre ellas no puedan albergarse los insectos y sea fácil la limpieza. Lo más sencillo es acepillar la parte de madera y coger con esmero las juntas de los demás materiales enluciéndolos cuando son toscos ó no están labrados.

Las aristas de las vigas y maderos de suelo se molduran algunas veces como aparece en algunos techos antiguos, introduciéndose también entre dichas piezas unos tacos para formar una especie de cajones llamados *artesones* ó *casetones*. Estos mismos se hacen de fábrica en el intradós de los arcos y bóvedas.

Hoy, generalmente, se oculta ó cubre el entramado de los pisos con un revestimiento horizontal llamado *cielo raso* que algunas veces se adorna con ligeras molduras pero que tiene el inconveniente de que carga los suelos y deja sin ventilación las maderas

enlucido que la deje lisa, entomizando antes la madera ó el hierro de la viguería para que se le adhiera la mezcla, cuyo medio puede sustituirse en la madera haciéndole escamas con la azuela ó clavándole clavos.

Cuando los maderos de suelo no tienen este relleno, se empieza por igualar su cara inferior quitando las partes salientes con la azuela y clavando desperdicios de tabla en las entrantes. Para cerrar luego por abajo los huecos ó espacios entre maderos de suelo se fijan en ellos telas ó tablas yuxtapuertas ó se clavan listones, cañas ó tejidos que se envuelven ó guarnecen después con mezcla para formar un enfoscado ó jaharrado que como en las paredes recibe por último el enlucido.

Las telas se clavan á los maderos con su largo transversal á ellos y se mojan luego para que se pongan tersas al secarse. Se pintan ó blanquean ó mejor se entapizan con papel como las paredes.

Las tablas se clavan, por lo general, transversalmente á los maderos de suelo ajustándolas bién por sus cantos como los entablados (**567**) siendo preferible la unión al tope con listones cubrejuntas *a s (fig. 329)* para ocultar la mala vista de la junta cuando la madera se deseca en cuyo caso el cielo raso se dice *entabacado*. Las tablas se disponen también á lo largo de los maderos de suelo introduciéndolas por sus cantos longitudinales *(fig. 360)* en ranuras *r* practicadas antes en aquéllos.

Los listoncillos ó tablas de chilla rajadas así como las cañas enteras y peladas se clavan transversalmente á los maderos dejando algún hueco intermedio y se tiende encima la mezcla de modo que rebose por abajo para que en sus asperezas se adhiera el enfoscado á cuyo fin se agrega paja al mortero cuando es de cal. Empleando yeso, se deja más hueco entre los listones ó cañas sosteniendo la mezcla mientras fragua con un tablero colocado debajo. También entomizándolos pueden separarse más. Si el entramado es de hierro se fijan antes del forjado en las cabezas inferiores de las viguetas unos codales ó costillas *B (fig. 361)* dispuestos á la distancia que permite la rigidez de las cañas ó listones. Se forja también el cielo raso disponiendo á trechos unas riostras *abba (fig. 362)* para sostener unas varillas *V, V* que formen una malla cuyo hueco sea menor de $0^{m}20$.

Los tejidos de caña ó cañizos (**239**) deben clavarse con los suficientes clavos para que puedan resistir el peso del reboque sin que aquéllos formen pandeo.

Se hace también el forjado fijando clavos en los costados de los maderos de suelo junto á sus aristas inferiores y labrando entre ellas un tejido con tomiza suficientemente tupido y tirante á

que, por no haber llegado á su punto de sazón, se recalientan con facilidad y duran poco tiempo.

Artesonados.—573. En su construcción se emplea unas veces la madera solamente y otras combinada con el barro, el yeso, la loza y otros materiales.

Los maderos de suelo *M, M' (fig. 359)* se labran y molduran por sus cantos así como las tacos *T, T'* los cuales ensamblan con aquéllos á caja y espiga en cola de milano cerrando el hueco á la mitad de la altura próximamente con un tablero también moldurado *a a* que se clava por dos de sus bordes en los tacos y se apoya por los otros dos en listones moldurados clavados ó sujetos con tornillos en los costados de los maderos de suelo *M, M'*.

Empleando viguería de hierro pueden revestirse de tablas molduradas *(fig. 226)* y disponerse entre las viguetas unas planchas de cinc moldeadas y estampadas ó baldosas de barro, de yeso ú otras materias *(fig. 227)* que presentan relieves en forma de rosetones ú otros adornos y se apoyan en las cabezas ó alas inferiores de aquellos hierros en los que se cogen con yeso ú otra mezcla para asegurarlos y cerrar las uniones y juntas. Se oculta un entramado figurando artesonado por medio de planchas metálicas de hierro ó acero estampado que se juntan entre sí de modo que no pueden albergar ni parásitos ni polvo.

En los suelos forjados ó macizos que enrasan inferiormente con los maderos de suelo se adhieren fácilmente con yeso los adornos de este material (**111**).

Los techos se forman también de maderas labradas y entrelazadas que en el estilo árabe se conocen con el nombre de *alfarjes*. Actualmente se construyen tableros y cajones de roble ú otra madera análoga formados de varias piezas machihembradas y armadas por presión las cuales presentan dibujos con colores distintos colocándose en obra mediante un armazón de pino fijado á los maderos de suelo y en cuyos compartimientos se ajustan los tableros ó artesones.

574. El artesonado se denomina *sobrepuesto* cuando se hace independiente del suelo para evitar que las vibraciones de éste produzcan grietas ó abran las juntas y algunas veces para que no pasen al piso inferior los ruidos del superior. Se llama también *contrasuelo* y unas veces se construye en un entramado separado del de suelo y otras se suspende de éste por medio de barras verticales que se clavan por su parte superior á los maderos de suelo y sujetan por la inferior las piezas que han de formar los casetones.

Cielos rasos.—575. En los entramados rellenos que presentan inferiormente una superficie plana basta tender un revoque ó

fin de que aguante la tortada de yeso que lo envuelve colocando para ello un tablero debajo mientras fragua. Del mismo modo se procede para el empleo de los tejidos metálicos ó alambrados, los cuales se envuelven en una mezcla de cal, yeso y arena con pelote ó con mortero de cemento, teniendo presente cuando se emplea yeso que el hierro debe estar galvanizado.

576. En el forjado de cielos rasos se emplea con preferencia el yeso porque se sostiene mejor que la mezcla de cal, y donde ésta no se adhiere bién y falta el yeso puede hacerse uso de una mezcla de cal y arcilla con borra, la cual debe batirse bién para separar sus fibras agregándola poco á poco hasta que la masa haya adquirido alguna consistencia: Se aplica en dos ó tres capas delgadas que se comprimen con la llana á medida que se secan para cerrar las grietas que se abren.

El enfoscado ó jaharrado de los cielos rasos así como el enlucido se sujetan á las mismas reglas que para el revestimiento de las paredes. Se fijan primero las maestras de los rincones ó ángulos del techo con las paredes procurando que abarquen los dos planos, horizontal y vertical, cuyo encuentro se mata generalmente con una media caña ó escocia limitada ó no por molduras, en cuya operación se emplea la tarraja. Los florones ó rosetones con que se adorna el centro del cielo raso así como los de los rincones se hacen aparte en moldes y se fijan con yeso antes de hacer el enlucido. Al mismo tiempo conviene también asegurar los ganchos para lámparas ó arañas y colocar los tubos de conducción de gas ó los alambres del fluido eléctrico.

Techos sordos ó ensordecimiento de suelos.—577. La sonoridad de algunos materiales especialmente la madera y hierro que hace pasen los ruidos de unos á otros pisos puede evitarse aislando el techo del pavimento superior cuando son de compacta construcción ó rellenando los huecos con materias malas conductoras del sonido.

La construcción separada de suelo y techo que ofrezca dos cuerpos compactos hechos con mezcla de cal ó yeso, deja intermedia una capa de aire para interceptar las ondas sonoras, pero sobre ser costoso ocupa una altura que hace más molesta la subida de un piso á otro.

Se rellenan también los huecos de los suelos con paja, musgo seco, pelote ó virutas de carpintero que sin cargar mucho los pisos los hace malos conductores. Las virutas como la paja pueden empaparse en una lechada espesa de cal con 1 k de cloruro de cinc por hectólitro lo cual impide la entrada de los roedores y evita la fermentación en caso de humedad, pero debe emplearse con cuidado gastando anteojos los operarios y lavándose las manos al terminar

CAPÍTULO V.

De la cubierta de los edificios.

ARTÍCULO I

De las cubiertas en general.

Condiciones de las cubiertas y de sus pendientes.—578. La cubierta de un edificio que lo ha de proteger de la intemperie ha de ser impermeable, suficientemente sólida aunque lo más ligera posible y con pendientes adecuadas para dar fácil salida á las lluvias y á las nieves.

579. Las pendientes deben acomodarse al clima y materiales de que se revista la cubierta. Un material poroso y absorbente como la teja y la pizarra deja subir el agua por sus juntas, efecto de la capilaridad á mayor altura que las láminas metálicas, y necesitan por lo tanto mayor inclinación ó que el solapo sea mayor. El número de juntas aumenta el de los puntos que dan paso al agua, lo cual hace comprender que menos pendiente necesitará una superficie contínua sin junta alguna ó con ellas perfectamente soldadas, que otra compuesta de varias de ellas aun cuando el material sea el mismo. Hay que tener presente además el grado de inclinación á que pueden colocarse los materiales sin resbalar y si pueden sujetarse ó clavarse. En países secos, la lluvia no tiene tiempo de empapar los materiales como en uno húmedo, las nieves se detienen con inclinaciones suaves cargando extraordinariamente, pero resbalan sobre superficies muy inclinadas y de aquí las grandes pendientes de las cubiertas en los países fríos y la muy escasa en los cálidos donde se reducen á azoteas.

Empleando tejas de barro no debe pasar la pendiente de $0^{m}67$ por metro (34°) ni ser menor de $0^{m}25$ (14°), porque siendo mayor resbalan las tejas, y siendo menor retrocede el agua y ocasiona goteras. Las pizarras se emplean con pendientes de $0^{m}46$ á 1^{m} (25 á 45°) y las cubiertas metálicas con las de $0^{m}32$ á $0^{m}38$ (18 á 21°), aunque también admiten mayor pendiente. El vidrio y el cartón se usan con pendientes de $0^{m}18$ á $0^{m}36$ (10 á 20°). Las azoteas tienen de 3 á 10 por 100 de inclinación ó pendiente.

Forma exterior.—580. Las cubiertas presentan una ó más

superficies inclinadas planas ó curvas llamadas *tendidos* cuya línea superior ó *cumbre* es generalmente horizontal así como la inferior ó *alero*.

Entre dos paredes cuya distancia se puede salvar con la longitud común de la madera, se puede disponer la cubierta de una vertiente ó tendido *(fig. 363)* haciendo para ello una pared *A* más alta que otra *B*. Cuando solo hay una pared para sostener la cubierta *(fig. 364)* ésta se llama *colgadizo* ó *marquesina* sirviendo de defensa ó abrigo delante de las puertas.

Las cubiertas que constan de dos vertientes opuestas *(fig. 365)* se denominan *á dos aguas* llamándose *caballete* la línea saliente de intersección *c*. Terminan en dos muros *P, P'* llamados *piñones* ó *hastiales* que marcan la inclinación *aca* de la cubierta y toman el nombre de *frontones* cuando sus líneas inclinadas *ac, ac* son dos cornisas que apoyan en otra horizontal según *aa*. Para talleres ó fábricas se construyen hoy algunas veces con una vertiente fuerte *A (fig. 366)* que se procura exponer al Norte para recibir una luz regular y constante á través de los cristales que la revisten, por lo que se llaman *de alumbrado lateral* y también *á diente de sierra* cuando se disponen varias á continuación unas de otras. Las vertientes se forman también de dos superficies *(fig. 367)* la inferior *ab* casi vertical para servir de vivienda y la superior *bc* de muy poca pendiente, llamándose *quebradas* ó *quebrantadas* las cubiertas de esta forma y también *mansardas* por el nombre de su inventor. La cubierta se denomina *imperial* cuando su perfil es como el de una nave invertida *(fig. 368)* formándose de dos curvas *ao, oc,* en cada vertiente.

Las cubiertas *á cuatro aguas* de un espacio cuadrangular *(figura 369)* se forman de dos vertientes ó tendidos cuadrangulares ó trapezoidales *dcca* y *bccn* y de otras dos triangulares *dcb, acn* que se llaman *faldones* presentando además del caballete *cc*, cuatro aristas salientes inclinadas *ac, cn, cb, cd* denominadas *limastesas*. Los faldones son *rectos dcb* si las paredes forman este ángulo y *oblicuos acn* cuando no. Si el espacio que ha de cubrirse es cuadrado ó poligonal la cubierta se llama *en pabellón* y se forma en el caso más sencillo de tantos faldones como lados con sus aleros horizontales. Las paredes se rematan también en ángulo *(figura 370)* y entonces la cubierta se forma de vertientes que parten del punto culminante *c* y se encuentran según líneas salientes inclinadas ó limatesas *sc, cv* ó se hace como el cruce de cubiertas á dos aguas *(fig. 371)* cuyos encuentros *ac, cb* son ángulos entrantes inclinados que se llaman *limas hoyas*.

Se comprende que la cubierta de un espacio poligonal será piramidal, formándose de tantos faldones como lados y que pueden

ser también cónicas ó en forma de cúpulas si la planta es circular. Las que rematan torres ó campanarios toman el nombre de *chapiteles* denominándose *agujas* cuando su altura es de 3 á 5 veces la anchura de su base.

581. El encuentro de dos cubiertas á dos aguas *(fig. 372)* se verifica en el mismo plano vertical *ht* formando una limatesa *tc* y una hoya *ch* que conduce las aguas al punto bajo *h* del alero. Si el extremo de una cubierta se encuentra con el costado de otra, *(fig. 373)* resultan dos limas hoyas *hc, cd* y cuando se cruzan las dos cubiertas *(fig. 374)* se producen cuatro limas hoyas que bajan del punto *c* de encuentro de los caballetes.

Si las cubiertas son de distinta luz, los caballetes no están á la misma altura y el encuentro se presenta en los distintos casos como se ve en las *(figs. 375, 376* y *377)*.

582. Cuando el espacio que se cubre necesita luz ó ventilación se dejan aberturas ó sean *gateras* y *lumbreras* tomando el nombre de *linternas* cuando se cubren con pequeñas cubiertas levantadas sobre la principal como las que dan luz á las cúpulas *L* *(figura 243)*.

Con el mismo objeto se hacen las *buhardas* que son unas ventanas dispuestas generalmente en la parte inferior de las cubiertas y se resguardan con tejadillos.

Composición de las cubiertas.—583. Las superficies de que se acaba de hablar se forman con dos obras muy diferentes; una la armadura de madera, de hierro ó de ambos materiales, y aun de fábrica, que determina ó fija la forma de la cubierta; otra la cubierta verdadera que recibe la acción del agua, de la nieve, del aire ó del sol y que cubre ó reviste la anterior.

Este revestimiento se coloca encima de cañas ó tablas, listones ó hierros y también ladrillos, cuyos materiales se fijan sobre un entramado como los de pisos disponiendo, según la inclinación de la cubierta, los maderos ó hierros que aquí se llaman *cábrios, contrapares, parecillos, sobrepares, asnas* ó *costaneras*.

584. En crujías de poca anchura se colocan los cábrios normales á la longitud enrasando para ello las paredes á las alturas convenientes como se indicó en la *fig. 363* ó disponiendo en su lugar unas vigas horizontales según pida la pendiente de la cubierta.

Cuando las paredes terminan con la inclinación de la cubierta y no distan más de 4 metros, pueden colocarse los cabrios horizontalmente *(fig. 365)* pero si la distancia es mayor habrá que establecer de cumbre á cumbre de las paredes *(fig. 378)* una viga *H* llamada *hilera* y otras *E, E* á distancia de 2 á 4 metros unas de otras hasta el punto inferior *a* para recibir los cabrios *c b* formando una armazón que se llama *á la molinera*.

585. En caso de que la anchura del espacio que ha de cubrirse sea mayor de 4 metros, se disponen unas armazones verticales en sentido normal á la longitud del espacio, en las que la línea ó perfil superior fija la inclinación de las vertientes, cuyas armazones toman el nombre de *cuchillos* si dicho perfil está formado de líneas rectas y de *cerchones* si es curvo el contorno exterior ó interior. La separación entre unos y otros ó sean los *tramos* es de 2 á 4 metros y se enlazan por medio de una hilera y de las piezas horizontales del caso anterior que aquí se llaman *correas* en las cuales apoyan los cabrios contrapares ó sobrepares. Los cuchillos descansan sobre las paredes por el intermedio de soleras ó basas de asiento que reparten su peso y en las que además se aseguran ó fijan.

Diferentes sistemas de cuchillos ó cerchas.—586. El más sencillo se compone de dos piezas inclinadas *ah*, *bh* *(fig. 379)* que se llaman *pares* y ensamblan generalmente en la hilera *h* que va de unos cuchillos á otros, denominándose de *par hilera* estas armaduras.

Los pares empujan las paredes ó *estribos* en que descansan tendiendo á abrirse el ángulo del vértice *h*, cuyos esfuerzos son importantes cuando la distancia entre las paredes pasa de 4 á 5 metros; por lo que se unen las extremidades inferiores de los pares por otra pieza *a b* *(fig. 380)* que se llama *tirante*, el cual impide la separación de los pies *a*, *b* de los pares y forma con ellos un triángulo que es indeformable. Este cuchillo denominado de *par y tirante* puede salvar las mayores luces ó anchuras si los pares tienen la resistencia necesaria haciéndolos como vigas armadas (**414**) en cuyo caso se adoptan generalmente las de enrejado (**417**). Se evita la flexión del tirante suspendiéndolo de una pieza *h p* *(figura 381)* llamada *pendolón*, que baja del vértice del cuchillo.

587. En luces mayores de 6 metros se proporciona á los pares un apoyo intermedio que puede ser un *jabalcón n p* *(fig. 382)* estribando en el pie *p* del pendolón y de cuya unión *n* con el par se bajan péndolas *n q* *(fig. 383)* para sostener el tirante. Este se dispone algunas veces con un peralte en su centro en cuyo caso sufren una tracción los jabalcones por la tendencia de aquél á tomar la línea recta.

Cuando por la poca inclinación de los pares resultan muy oblicuos los jabalcones suelen emplearse *bielas*, *e n* *(fig. 384)* y entonces los extremos inferiores *e* de éstas no van al encuentro del pendolón con el tirante y se unen con el vértice del cuchillo por medio de cuerdas *e c*, formándose el tirante de tres partes, la central de las cuales *e e* se acostumbra levantar $^1/_{30}$ de la luz del cuchillo *a b*.

Se evita también la flexión de los pares con el empleo de piezas horizontales *p p (fig. 385)* que los unen llamadas *puentes* las cuales conviene sostener por medio del mismo pendolón que el tirante ó bajando péndolas *p s (fig. 386)* de la unión del puente con los pares, cuyo sistema es debido á Paladio.

Se adopta igualmente para los cuchillos la combinación triangular de la *fig. 387.* que lo hace indeformable.

588. Se proporcionan dos apoyos á los pares con jabalcones *(fig. 388)*; uno *n p* que apoya en el pie del pendolón y otro *b r* que estriba contra la pared que sostiene la cubierta ó en un postecillo *a r* arrimado á ella.

Se apoyan también los jabalcones en el tirante disponiéndolos normales á los pares *(fig. 389)* ú oblicuos á ellos *(fig. 390)* dividiendo en uno y otro caso los pares en partes iguales y uniendo los pies de los jabalcones *J* con los pares por medio de tirantillas *T*.

589. Se emplean cuchillos sin tirante adoptando disposiciones que anulen ó debiliten el empuje de los pares, con objeto de que los muros donde estriban puedan resistirlos.

Las disposición más sencilla es la llamada *de tijera (fig. 391)* formada de triángulos indeformables, ó la de la *fig. 387.*

Cerchones.—590. Por la ventaja de que con la forma curva dada á una viga, los esfuerzos transversales son de compresión, se adopta el arco para cuchillos ó cerchas, unas veces por el intradós y otras por el trasdós. El arco *a c b (fig. 392)* lleva generalmente un tirante *a l* suspendido por su medio de una péndola *cp*, en cuyo caso se dice que el cerchón es *simple*, llamándose *compuesto* cuando está reforzado por jabalcones ó bielas y tirantes *(fig. 393)*.

Cuando la madera constituía el principal elemento de construcción de armaduras se ideó por de L'Orme el sistema representado en la *fig. 394* y por Emy el de la *395*. Hoy, que el hierro facilita tanto la ejecución de estas obras, se disponen las cerchas de enrejado en figura de hoz ó media luna *(fig. 396)* formándolas de dos arcos que partiendo de un punto en los arranques se separan en la cumbre y se unen por medio de jabalcones ó bielas *J* y de tirantillas *T* en más ó menos número según es la luz ó anchura que se ha de salvar, pero formando siempre triángulos para que resulte indeformable. Los jabalcones *J* que sufren esfuerzos de compresión pueden ser normales á los arcos *acb* ó verticales, y se unen en todos casos sus extremos con las tirantillas, formando N unas veces como se ve á la izquierda de la figura y cruzándose otras según se observa á la derecha. También se disponen los cerchones de enrejado dándoles forma curva *(fig. 397)* ó poligonal *(fig. 398)* y también como se indica en la *fig. 399*, donde la par-

te triangular *aod* tiene por objeto asegurar el cuchillo en la pared ó en la columna de sustentación, para lo que la pieza vertical *ad* sirve de sujeción y la *oa* de apeo al cuchillo, como si el triángulo *oad* fuera una cartela ó ménsula. Los cuchillos forman también en ocasiones los apoyos de sustentación como se ve en la *fig. 400.*

Elección de cuchillos.—591. Los sistemas explicados con las modificaciones que casi siempre son necesarias por variar las condiciones en cada caso, pueden aplicarse á grandes y pequeñas luces con solo variar las dimensiones transversales de las piezas. La forma debe ser invariable para que sea sólida prefiriendo la combinación de triángulos que son indeformables, buscando la mayor sencillez á fin de que sea fácil armarla y desarmarla. Para que resulte económica una armadura debe acomodarse su composición á los materiales más comunes en la localidad teniendo presente la fragilidad del hierro fundido, la carestía del forjado en fragua y que en la madera á igualdad de cubo es más barata la de reducidas dimensiones que las grandes piezas.

Debe tenerse presente que aumentando la distancia entre cuchillos, las correas han de ser más resistentes y si éstas se colocan muy separadas exigirán cabrios más fuertes; y al contrario, aproximando los cuchillos, las correas podrán ser más ligeras y si se disponen á menor distancia, exigirán cabrios más delgados. La mayor economía resulta de tomar para la distancia entre los cuchillos la cuarta parte de la longitud del par y para la separación de las correas la tercera ó cuarta parte de aquella distancia. En la práctica, la distancia entre los cuchillos de madera es de 3 á 4 metros y de 5 á 6 la de los de hierro. Las correas se separan de 2 á 3 metros llegando en ciertos casos hasta 4 metros.

ARTÍCULO II

Armaduras de madera.

Construcción de los entramados.—592. Los cabrios de madera se colocan de 0m30 á 0m50 unos de otros dándoles una escuadría de 0m07 á 0m08, si su longitud es de 3 metros y de 0m12 á 0m15 cuando llega á 4 metros.

Para que no resbalen los cabrios se sujetan con clavos sobre las soleras las cuales son horizontales *s, s* en el caso de la *figura 363* y según la pendiente en el de la *fig. 365.* Por su extremo inferior se despatillan los cabrios ó se les hace un corte para clavarlos ó encajarlos en las soleras *S (fig. 401)* á fin de que no resbalen.

En la pared superior si concurren dos vertientes opuestas pueden unirse los cabrios de una y otra por pernos *N (fig. 402).*

El empuje que producen los cabrios inclinados en las paredes debe contrarrestarse empleando tirantes *T (fig. 363)* dispuestos á trechos los cuales se aseguran en la pared *A* mediante llaves como las indicadas en las *figs. 234* y *304.*

En el caso de la *fig. 378* las vigas *H, E, E,* salvan muchas veces anchuras ó distancias entre paredes de 7 á 8 metros dándoles de 25 á 35 centímetros de escuadría ó empleando vigas armadas. En estos casos, deben descansar en buena fábrica y sobre ménsulas ó zapatas que disminuyan la luz aumentando por lo tanto su resistencia.

Colgadizos ó marquesinas.—593. Cuando son de madera *(fig. 403)* se disponen dos correas: una *A* junto á la pared y sujeta con alcayatones para clavar en ella la extremidad superior de los cabrios *C,* algunos de los cuales deben además asegurarse en la pared con gatillos *rs,* y otra *B* para recibir el pie de los cabrios sosteniéndola á distancias de 3 á 4 metros por armaduras triangulares ó palomillas formadas de un puente *P* empotrado por un extremo en la pared y apeado por el otro con un corte de barbilla con espiga en jabalcones *J* que descansan en ménsulas *M* ó entran en la pared. Algunas veces, la correa inferior ó del alero se suspende de tirantes de hierro que se empotran en la pared por encima de la cubierta abriéndose para ello su extremidad como el de la *fig. 300* y reciben la correa por medio de una tuerca con la cual se consigue ponerla alineada y horizontal.

Esta cubierta se dispone también con la vertiente hacia la pared en la que se coloca una canal para recoger las aguas de lluvia dándoles salida por tubos arrimados ó encajados en dicha pared.

Estos abrigos se deben asegurar contra la fuerza del viento que podría levantarlos por medio de amarras ó tirantes dispuestos oblicuamente y en sentido contrario unos de otros.

Semicuchillos para una vertiente.—594. Pasando de 5 metros la distancia entre paredes, se establecen semicuchillos *(figura 404)* á 3 ó 4 metros unos de otros, pudiendo apearse el par por un jabalcón *J* que ensambla con él por un corte de espera ó barbilla para recibir la correa *C.* El par se clava y estriba por otro corte de espera en el tirante *et* y por la parte superior se empotra en la pared así como el tirante pudiendo además asegurarse en ella por medio de llaves ó gatillos clavando en ellos las carreras.

Para luces de 6 á 7 metros, se disponen dos jabalcones apoyado cada uno en la pared ó poste de su lado correspondiente. El tirante puede ser pareado abrazando al par y á los jabalcones para darles más resistencia. La unión se hace al tope ó por escopleadu-

ras asegurándola con pernos que atraviesan las tres piezas. En vez de ser los tirantes pareados pueden serlo los jabalcones, los cuales encepan entonces al par y al tirante.

Cuchillos sin tirante.—595. En cubiertas á dos aguas empleando la armadura de par hilera *(fig. 379)* los cabrios ó pares ensamblan á caja y espiga por un corte de barbilla *(fig. 405)* en los costados de la hilera.

El ángulo formado por los pares, cuando no tiene tirante el cuchillo, se asegura con una escuadra de hierro ó de madera como indica la *fig. 406* sujeta á ellos por pasadores *p a* ó por medio de dos piezas cruzadas *(fig. 407)* y ensambladas entre sí á media madera además de sujetarlas con pasadores *P*.

En la disposición de tijera *(fig. 408)* las aspas *a b*, *p d* que son unos tirantes inclinados se cruzan al tope en *o* y se ensamblan á media madera con los pares *a c*, *c p* sujetando estas uniones con pernos. El encuentro inferior de las aspas y pares se asegura con una llave ó cuña alojada en escopleaduras practicadas en ambas piezas consolidándose la unión con abrazaderas *r s*. Los pares se ensamblan entre sí al tope ó á media madera sujetándose su unión con un pasador mediante lo cual puede descansar la hilera *H* sobre el cruce.

Se aumenta la estabilidad de estas tijeras con un pendolón *(figura 409)* y se refuerzan con manguetas *m n* y jabalcones *a b* que se hacen generalmente dobles y abrazan los pares y aspas ya al tope *(fig. 410)* ya por muescas *(fig. 411)*. De este modo pueden salvarse luces de 12 á 16 metros y hasta de 18 si la obra es provisional.

El sistema de jabalcones cruzados *(fig. 412)* que se consolida con dobles manguetas, se puede adoptar para luces de 25 metros en adelante cuando se desean locales espaciosos; pero exije mucha madera aunque presenta un aspecto de ligereza.

Cuchillos de par y tirante.—596. En el caso más sencillo de un cuchillo de pares y tirante *(fig. 413)* se ensamblan aquéllos en éste por un corte de barbilla con espiga ó sin ella asegurándose generalmente con un pasador *p n* ó con una abrazadera *a z*, la cual debe encajar en escopleaduras hechas en ambas piezas para que no puedan resbalar los pares, especialmente si es poca la inclinación. El ensamble de los pares entre sí se hace de horquilla ó almohadón *(fig. 414)* asegurándolo con una clavija y si ensamblan con la hilera lo efectúan por cortes de barbilla *(fig. 405)*. En los cuchillos quebrantados *(fig. 415)* se sostiene el de falsa armadura *c a b* por tornapuntas *D* mediante cortes de barbilla ó espera con espiga apoyando por su pie en el madero de suelo *M* que hace de tirante.

Cuchillos de par y pendolón.—597. En estos cuchillos *(figura 416)* el tirante cuelga del pendolón por medio de un estribo de hierro *e t* y la hilera descansa en la cabeza del pendolón haciendo á éste una espiga que entra en una caja practicada en la cara inferior de aquélla como se detalla en *C (fig. 158)*. Los pares ensamblan en el pendolón por un corte de espera ó barbilla con espiga *(fig. 173)*, la cual coge comúnmente la mitad del espesor del ensamble.

Cuchillos con un apoyo en cada par.—598. Cuando se da un apoyo intermedio á los pares *(fig. 417)* por medio de jabalcones *ac*, se ensamblan á caja y espiga si el encuentro es normal ó poco menos y á barbilla con espiga si lo coje muy oblicuo.

En la *fig. 418* se apoya cada par en un jabalcón *s n* y se refuerza aquél en su parte inferior con un sopar *s p* apoyando los extremos del tirante en fuertes zapatas *a x* á las cuales se sujeta con una abrazadera *c b*; se pueden también introducir entre la zapata y el tirante unas cuñas ó llaves *c, c (fig. 419)* que enlazan ó encepan ambas piezas y sustituir las abrazaderas por pernos *pn*.

Cuando se emplean puentes, generalmente se cuelga el tirante de las péndolas y del pendolón como en el cuchillo llamado *antiguo ó de Paladio (fig. 420)* en cuyas piezas ensamblan á caja y espiga el sopar *a b* y el puente formado de dos partes *bc, cd*. Se hacen también pareadas las péndolas y el pendolón abrazándolos del modo que indican las *(figs. 410 ó 411)*.

Cuchillos con más de un apoyo en cada par.—599. Formando una viga armada *(fig. 421)* apoya su punto *a* del par en el pie del pendolón por medio del jabalcón *as* y los demás puntos trasmiten parte de su peso al tirante por las péndolas ó manguetas *M, M* pues generalmente son pareadas presentando el cuchillo una gran resistencia. Si las péndolas son sencillas se sujetan con bandas de hierro á los pares y por estribos al tirante como el *et* de las *(figs. 416* y *418)*.

600. El sistema de cuchillos de la *fig. 422* tiene mucha aplicación porque deja gran espacio aprovechable entre el puente ó falso tirante *aa* y el piso *ss*. Los pares estriban en un gato *n t* que se sujeta al jabalcón *sc* por medio de bridas de hierro ó de dos piezas que lo abrazan. Así se forman triángulos indeformables que anulan el empuje de los pares á lo que también contribuyen los maderos de suelo *ss* que hacen de tirantes.

La *fig. 423* representa un cuchillo de alero saliente y sostenido en pies derechos. En éstos apoyan los jabalcones J que sostienen la parte volada de los pares y el *T* que recibe el tirante pareado *a d* pero á distinta altura para que se contrarresten los

empujes. Una doble mangueta ó puente *mn* enlaza los jabalcones *J* al pie derecho y sostiene la extremidad inferior de los pares.

601. El cuchillo construído en Moscou por el español Betancourt *(fig. 424)* es notable por su gran luz y por su disposición. El tirante está formado de dos piezas acopladas á rediente empalmadas á rayo de Júpiter y unidas por pernos y los tres sopares se corresponden con otros tantos puentes contribuyendo á la estabilidad y solidez los jabalcones *J* y las tornapuntas *T*, *T*. Las uniones de los puentes y tornapuntas con los pares se verifica en cajas de fundición, en las que se sujetan las péndolas por bandas de hierro y pasadores.

Cuchillos de perfil curvo.—602. Cuando la luz es pequeña se obtiene un perfil curvo interior *(fig. 425)* por medio de camones formados de piezas ensambladas por cortes de espera y espigas según se detalla en la *fig. 426*.

En el cuchillo de la *fig. 427* que puede adaptarse para formar un medio punto interior, el jabalcón *c b* que apea al par es abrazado por el puente pareado *a a* y por las piezas ó cepos *s d* que retienen al mismo tiempo la solera *s* evitando el empuje de los pares en la pared. Las piezas *n n* refuerzan el ángulo del puente con los jabalcones y todas las uniones se aseguran por medio de pernos.

Para luces mayores, la *fig. 428* indica una disposición que puede adoptarse: los pares están apeados por unas piezas en forma de tijera *e c* apoyadas en otras *ca*, que á su vez estriban en jabalcones *a b* los cuales se encuentran con un poste *o s* constituyendo un fuerte apoyo del cuchillo. La rigidez del sistema se asegura con dobles manguetas *mn*, *mn* que abrazan las piezas anteriores y las sujetan con fuertes pernos.

603. Los cerchones de L'Orme *(fig. 394)* se forman de dos arcos de tablas ó tablones verticalmente dispuestos y cortados como dovelas las cuales se unen (**475**) de modo que las juntas de las de un arco caigan en medio de las del otro, sujetándolas después con pernos. Estos cerchones se enlazan por medio de riostras *rs* *(fig. 429)* atravesadas por clavijas *cc*, que aprietan á la vez las tablas de los arcos entre sí, á cuyo efecto se colocan algunas veces solo por un lado dándoles la forma de cuña para que aprieten más. Las riostras pueden enceparse á media madera en el intradós y trasdós de los cerchones según indica la *fig. 430* clavándolas en sus cantos. Las vertientes de la cubierta se forman por medio de pares que se arriman ó apoyan en los arcos á los que se unen con pendolones y manguetas generalmente pareados.

Por este sistema se puede formar un encajonado como indica la *fig. 431* que se adapte á la figura interior, adornándolo si se quiere como un artesonado y cubriéndolo por el exterior ó trasdós

con un enlistonado ó entablado para el revestimiento que ha de preservar al edificio.

El inventor de este sistema colocaba los cerchones á 0^m66 de distancia pero se pueden separar mucho más como así lo hice en Zaragoza para cubrir un salón, colocándolos á distancia de 4 y 6 metros. Se construyeron en arco de círculo de 18 metros de cuerda por 4,5 de flecha, formándolos de dos hojas de tablón siendo las dovelas de 1^m5 de longitud por 0,26 de anchura y 0^m055 de grueso. Para armar los cerchones se fijaron en el suelo unas tablas verticales en sentido de los radios sobre las que se ajustaban las piezas haciendo pasar una sierra cuantas veces era necesario para que mordiera en ambas dovelas ó tablones hasta conseguir el mayor contacto de sus cantos. Se daba una mano de cola á todas las superficies de contacto y se colocaban los trozos de tablón ó dovelas en su sitio fijándolos por medio de cuatro pernos en cada junta. Los extremos de las cerchas, cortados en ángulo recto para encajar en las carreras sobre que descansaban, se fortificaron con palastro y se sujetaron además con abrazaderas.

604. El coronel Emy forma las cerchas con largos tablones flexibles plegados de plano como los muelles de un carruaje y mantenidos con pernos en su posición encorvada *(fig. 395)*. Los cerchones se hacen encorvando juntos los tablones colocados de canto sobre un plano horizontal hasta ceñirlos á la forma del arco que se desee, lo cual obtenido, se atraviesan pernos á distancias de unos 0^m80 para apretar unas hojas contra otras asegurándose luego con abrazaderas. Los empalmes de los tablones cuando no alcanzan á todo el arco se disponen á juntas encontradas evitándolos hacia los riñones del trasdós y en el vértice de intradós. Las vertientes se consiguen colocando los pares sobre los arcos y reforzándolos generalmente con sopares *a c* que se apoyan contra los extremos de un puente *a a* y sobre jabalcones *c b*, el cual á su vez descansa en un poste *d b* enlazándose estas piezas con el arco por medio de dobles manguetas, unas veces normales al arco y otras verticales que ofrecen más rigidez al sistema.

La *fig. 432* representa un cerchón formado de cuatro tablones ú hojas de $0^m20 \times 0^m05$ el cual descansa sobre soleras *s* tendidas á lo largo de un retallo dejado en la pared: los pares se apoyan en postes *a b* y se ensamblan en un pendolón pareado *c p* que abraza también el arco. Las manguetas *m n* que son dobles unen al arco con los pares encepándolos *(fig. 411)* y lo mismo hacen con las correas asegurándose todas las uniones con pernos.

Esta clase de cerchas se emplea en cuchillos de arcos concéntricos *(fig. 397)*, de media luna ó de hoz *(fig. 396)* formando entre uno y otro arco enrejados de N como se indica en el lado

izquierdo de esta figura ó de cruz como en la derecha. Se unen en todo caso con manguetas que los encepan y se aseguran con pernos aunando sus resistencias.

Se emplean igualmente los cerchones adoptando el mismo sistema para formar curvo el contorno interior de una armadura y poligonal el exterior *(fig. 398)* ó con las pendientes de cubierta *(figura 399)*.

Por regla general, en todos los cuchillos pueden hacerse las piezas pareadas menos el pendolón que queda entre ellas enlazándolas, con lo que se hacen estables en su posición vertical además de duplicarse su resistencia.

ARTÍCULO III

Empleo del hierro en armaduras de madera y de ésta en las de hierro.

Cuchillos de madera y hierro. — 605. Se combinan estos materiales dando á cada uno la aplicación más oportuna y conveniente atendida su naturaleza y resistencia. Los tirantes, pendolón y péndolas que sufren tensión se deben hacer de hierro forjado que proporciona menos peso y coste, los jabalcones, tornapuntas y puentes que están sujetos á la compresión así como los pares y piezas sometidas á la flexión pueden ser de madera.

606. El cuchillo de la *fig. 433* descansa por sus extremos en cartelas de fundición *b n* sujetas en las paredes por pernos *P* y un reborde inferior en *b*. Los pares se juntan al tope ó á media madera asegurándose la unión con planchas *c* que cubren por ambos lados el ensamble y se atornillan á la madera: por su pie *a* se refuerza el par con otra doble plancha para recibir la pieza ahorquillada *a n* donde entra el tirante como detalla la *fig. 434*, sujetándose la unión con el pasador *ss*, cuya pieza retiene al tirante *T* mediante la tuerca *c* que entra en su extremo fileteado. El tirante se forma de dos partes que se unen al pendolón por medio de una *manija ó ajustador m n* *(fig. 435)* que al girar acerca ó separa los extremos *T, T* del tirante para ponerlo tenso; el giro se verifica dentro de un anillo *a a* que se fija al pie del pendolón *P* por medio de pernos si no se le hace un ojo apropósito. La unión de las dos partes del tirante con el pendolón se verifica también *(figura 436)* por el intermedio de dos placas que cogen las tres piezas aplanándolas el efecto y haciéndoles un ojo á cada una así como á as placas para que puedan entrar los pernetes que las sujetan. El

pendolón de hierro pende de la cumbre *c (fig. 433)* mediante una tuerca para ponerlo tenso.

Cuando el tirante no tiene más de 5 metros de longitud, se hace de una pieza con una cabeza en un extremo para retenerlo en la pieza ahorquillada y un tornillo con su tuerca en el otro para ponerlo tenso: se suspende del pendolón haciendo á éste un ojo *(fig. 437)* ó por medio de un estribo *a c d (fig. 438)* que se fija con pernos en su extremidad.

Los pares de madera pueden apoyar por su pie en cajas de hierro colado *(fig. 439)* en donde se sujetan los extremos del tirante por medio de tuercas *T* que los atirantan. También el ensamble de los pares en su cúspide se sustituye con una caja ó cumbrera de hierro colado que puede tener la sección de la *fig. 440:* el pendolón *P* se retiene unas veces mediante una tuerca *T* y otras colgando de la parte inferior como en la *fig. 441* mediante un pasador que atraviesa por el taladro *a*. La hilera *H* puede alojarse en una canal hecha en la cumbrera sujetándola con un pasador *p n*.

607. En la *fig. 442* son de hierro forjado el tirante, las péndolas y la parte inferior del pendolón estableciéndose las uniones con la madera en cajas de hierro colado que se aprovechan para recibir las correas, y en el punto *C* para el empalme de la parte superior del par con la inferior el cual se fortifica con abrazaderas. El pendolón de hierro *P* puede suspenderse también por medio de un estribo *e s c (fig. 443)* que se fija en la madera por un perno *ec* y sostiene al primero *P, P* por medio de la tuerca *T* donde entra el extremo fileteado de aquél. Igualmente se suspende el pendolón de un hierro arqueado *a p a (fig. 444)* que termina en roscas *a, a* para fijarlo en los pares *C, C*.

608. Cuando los pares se apoyan por su medio en bielas *B (fig. 445)* se hacen éstas de hierro fundido de sección cruciforzada y abultada en el medio. En su cabeza, que tiene una canal, se alojan los pares sujetándolos con pernos y en su extremo inferior se unen la cuerda ó tirantilla *e c* y las secciones *T T* del tirante por medio de dos placas *b d c a (fig. 446)* entre las que se aseguran con pernos ó pasadores los extremos aplanados y taladrados de aquellas piezas.

Las bielas pueden ser movibles *(fig. 447)* poniendo en los extremos *h, g* de sus brazos unas ruedas ó roldanas por cuya garganta resbala el nervio vertical de un hierro *fed* de sección T colocado á manera de sopar y jabalcón. Por este medio, el cuchillo es articulado, se reparte mejor el peso del par, se hace uniforme el atirantado y la biela no puede trabajar oblicuamente.

609. Por la disposición de la *fig. 448* adaptable á cubiertas ligeras y desmontables, se une un cerchón *dc* del sistema Emy

con un tirante de hierro sostenido por péndolas que penden de aquél por medio de una tuerca y reciben el tirante por un ojo. Los pares, cuando la luz es mayor de 7 metros apoyan en el cerchón por montantes *n t* pudiendo completarse la rigidez del sistema por medio de cruces de San Andrés.

610. También es desmontable el cuchillo de la *fig. 449*. Los pares unen sus extremos inferiores por un tirante de hierro laminado de sección T doble ligeramente peraltado en su medio y colocado de plano para que sirva de apoyo á los jabalcones de madera *J, J*, cuyos esfuerzos de compresión se trasmiten á las péndolas de hierro forjado *P, P*, y al pendolón que es de madera. Se enlaza el cuchillo con los postes *A* por medio de dobles jabalcones de madera *a b* para evitar que se desplomen los postes y proporcionar además un apoyo á los pares.

611. Se apoyan los pares de madera colocados de tabla y no de canto sobre arcos de hierro *a p c (fig. 450)* formados de dos hierros angulares disponiéndose la unión de las diferentes piezas del cuchillo del modo que detalla la *fig. 451* para los arranques y la *fig. 452* para la cúspide: los hierros del arco cogen en medio y sujetan con pernetes las barras planas de los montantes *M, M* que proporcionan apoyo á los pares. El sistema se completa con los jabalcones *J* que se acodan por sus extremos para ser atravesados por dichas barras. El arco apoya en postes mediante cajas de hierro colado *a c (fig. 451)* que se fijan con pernos ó tornillos y los pares descansan sobre dichos postes fijándose su unión entre dos planchas *a d* atornilladas en ambas piezas. Del mismo modo se asegura también la unión de los pares en el vértice (*fig. 452)* entrando la hilera *H* en un corte que se hace á las planchas además de fijarla en su posición por medio de escuadras abiertas *es*.

612. Con hierros planos arqueados *c a b (fig. 453)* que se acoplan de canto y se fijan con pernos en ambos lados de las piezas de un cuchillo de madera se hacen de gran rigidez, cuya cualidad les presta la madera conservándolos en su posición vertical, y son muy empleados en cobertizos ó tinglados. En la parte que los cerchones no abrazan la madera se interponen unas roldanas de hierro *(fig. 454)* cuyas espigas *e, e* entran en taladros abiertos en aquéllos. Si los cuchillos descansan sobre muros puede hacerse á los cerchones un codo en sus extremidades, para empotrarlas en la fábrica ó fijarlas en cartelas de fundición. Algunas veces se hacen quebradas las vertientes *(fig. 455)*, en cuyo caso los empalmes *a, c*, de los pares de madera se verifican en cajas dobles de hierro colado enlazadas entre sí por placas de ensamble sosteniéndose el tirante con las péndolas *P, P* que bajan de las juntas de empalme dichos.

ARTÍCULO IV

Armaduras de hierro.

Ventaja de las armaduras de hierro.—613. Con este material se salvan mejor que con la madera las dificultades que ésta presenta por sus reducidas dimensiones pues en el hierro las uniones de las diferentes piezas resultan tan invariables y resistentes como si fueran una sola además de que pueden reforzarse ó fortificarse cuanto se quiera.

Entramados.—614. Los cabrios de hierro en anchuras menores de 4 metros son viguetas de T sencilla ó doble ó de sección [con altura de 8 á 12 c/m, y aun hierros angulares sencillos ó pareados, cosidos éstos con roblones *(fig. 456)*. Para mayor anchura de crujías se emplean los hierros de pisos y en todo caso se sujetan algunos clavándolos en soleras ó atravesándolos por una barra que se empotra en la pared. Se apoyan también por su pie en soleras de hierro angular *ans (fig. 457)* sujetándose en ellas por medio de escuadras *esn* colocadas por uno ó por ambos lados de los cabrios *C* las cuales se fijan en la pared por medio de pernos *N* cuya extremidad inferior se abre para que se asegure en la fábrica de la pared.

Cuchillos de hierro colado.—615. La fundición, hoy poco usada para cuchillos, se empleó dando á éstos la forma curva por el interior y la recta por el exterior *(fig. 458)* para conseguir las vertientes. Se dividen en trozos como dovelas cuyo número y dimensiones se han de ajustar á la dificultad de fundir grandes piezas y manejarlas. La unión de las juntas *a a* se verifica mediante anchos rebordes á escuadra perfectamente planos para que haya el máximo contacto asegurándose además con tornillos ó pernetes. Los rebordes deben tener más salida en su pie de asiento sobre la pared y asegurarse en la fábrica por medio de pernos, teniendo cuidado de hacer prolongados los agujeros en estos rebordes *(figura 459)* en armonía con la luz de los cuchillos para que éstos puedan moverse con los cambios de temperatura.

Cuchillos de hierro forjado.—616. Aunque el hierro forjado en barras se aplica pocas veces exclusivamente para formar los cuchillos, conviene conocer la manera de ensamblar sus diferentes piezas de lo que es un ejemplo la *fig. 460* correspondiente á una marquesina ó colgadizo y formado por un par *ab* que se sujeta por su extremo superior *b* mediante un gatillo donde entra la llave *v v* que se empotra en la pared y se une por el otro *a* á un puente *ac*

con un corte de espera y un perno. El par se apoya por su medio en un jabalcón *J* mediante un corte de espera y otro perno, y el jabalcón estriba del mismo modo en el puente junto á su empotramiento en la pared. Puede unirse el par con el puente, abriendo el extremo de éste en forma ahorquillada *(fig. 461)* y lo mismo puede hacerse al jabalcón sujetando la unión en ambos casos con un perno *nn*.

En el cuchillo que representa la *fig. 462*, estriban los pares en el tirante por un corte de espera asegurándose el ensamble con un cincho *cn*, y se unen al tope ó á medio hierro siendo abrazados por un hierro plano doblado en horquilla *h r a* *(fig. 463)* de cuyos brazos pende por medio de un pasador el pendolón *P:* del mismo modo sostienen éste y las péndolas al tirante sujetando á la vez los extremos de los jabalcones. Para la unión del tirante con los pies de los pares es preferible por su mayor fijeza hacer ahorquillado el extremo de aquél *(fig. 461)* para que abrace al par y lo sujete con un perno. Las péndolas pueden también colgarse de los pares dándoles la forma ahorquillada ó con un hierro en esta forma *(fig. 463)* entre cuyos brazos entra el jabalcón.

Cuchillos de palastro.—617. Cuando se emplea el palastro en las armaduras, se adopta para las piezas expuestas á la compresión ó á la flexión la sección de simple ó doble T formando su alma de palastro y sus cabezas con cantoneras: para las atirantadas se emplean las barras planas ó redondas.

En el cuchillo dibujado en la *fig. 464* solo su pendolón es un hierro plano: las demás piezas son de palastro con cabezas de hierros angulares. Las juntas de unión de unas juntas con otras se hacen al tope cubriéndose por ambos lados las de los nervios con planchas que se fijan por medio de roblones. El pendolón entra por su extremo superior entre las cantoneras de las tirantillas *T, T*, fijándose con tres roblones y del mismo modo se ensambla con el tirante. Las correas y la hilera, también de doble T de palastro y cantoneras, se fijan en los costados de los pares por medio de escuadras que abarcan solamente el alma de las piezas que unen. La hilera, para mejor acomodarse á la inclinación de las vertientes de la cubierta tiene abiertos los hierros angulares que forman su cabeza inferior y cerrados los de la superior.

El palastro, como se ve, exige para su empleo un roblonado que es costoso en mano de obra y hoy solo se emplea por lo general haciéndole calados cuando se desea obtener un efecto decorativo, como en las vigas *(fig. 220)*.

Armaduras de hierro laminado.—618. Actualmente, las armaduras se forman de hierros laminados que se cortan de la manera más conveniente para unir las diferentes piezas, cuyo tra-

bajo se efectúa por secciones manejables en los talleres de montaje para reducir en lo posible el trabajo de armar los cuchillos en la obra.

Marquesinas.—619. Para colgadizos ó marquesinas se arma una especie de cartela *(fig. 364)* formada de un hierro T para el par *ba* que se empotra en la pared por su extremo *b* y se apoya en un jabalcón curvo *aoc* también de sección T uniéndose por medio de roblones en el extremo *a* y conservando la rigidez mediante un círculo de hierro plano *eor* que se robla en el punto *r* con el par y en el *o* con el jabalcón arqueado sujetándose en la pared por medio del gato *e* que agarra en la fábrica abriéndose del mismo modo que las dos piezas principales. En la cartela de la *fig. 465* construída también de hierros T se completa el triángulo con la pieza *bc* arrimada á la pared y las uniones se hacen por medio de dobles planchas de cubrejunta *a, b, c,* que reciben en medio los nervios de los hierros T sujetándose la unión con roblones. El círculo *eor* ha de tener el grueso de estos nervios á los que se une por medio de cubrejuntas dobles robladas en sus tangencias *r, o, e.* Las cartelas transportadas á la obra se fijan en la pared empotrando en ella los extremos prolongados *b* y *c* del par y del jabalcón curvo, á cuyo efecto se doblan, retuercen y abren en la fragua. Se enlazan las cartelas por sus extremos salientes *s* empleando carreras ó hierros [de T ó doble T como en la figura, sujetos con escuadras que se roblonan á la cartela y fijan la carrera por medio de pernetes; ésta sostiene del mismo modo á la canal que recoge las aguas y á la guardamalleta ó festón que la decora. Cuando la salida ó vuelo del colgadizo es mayor que la plancha de cinc ó hierro de que se cubren generalmente se disponen correas *C* para recibirlas ó para apoyar en ellas los cabrios.

Las marquesinas se arman, cuando tienen mucha salida, sobre cuchillos ó vigas de celosía empotradas por un extremo en la pared y apeadas algunas veces por cartelas construídas del mismo modo que las vigas, uniéndolas por planchas de cubrejunta ó por medio de tornillos ó pernetes.

Cubiertas de una vertiente.—620. Cuando se trata de cubrir estrechos espacios entre paredes, se colocan en sentido de la pendiente hierros de T ó doble T ó angulares cosidos con roblones para formar T sencilla ó S *(fig. 456)* los cuales se aseguran por su extremo superior *(fig. 466)* empleando llaves *L* que se embeben en la fábrica de la pared.

Semicuchillos.—621. Como por lo general, las paredes no pueden resistir el empuje de la cubierta, se dispone un tirante de hierro redondo *(fig. 467)* el cual se empotra por un extremo *t* en la pared ó la atraviesa terminando con una barra ó cruz que algu-

nas veces es un adorno y por el otro extremo *e* retiene al par, por medio de la pieza ahorquillada *(fig. 434)* ó de dos barras planas *B (fig. 468)* llenando el hueco que queda entre el alma ó nervio del par *P* y los salientes de sus cabezas así como entre las barras y el extremo aplanado del tirante *T* con arandelas ó rodajas *aa*, *rr* que den con su grueso el saliente dicho. El pie de los pares descansa sobre las paredes por el intermedio de escuadras *esc (figura 467)* que se atornillan ó roblan al nervio de aquéllos y se fijan en la pared empotrando en ella un perno *P*. Las correas pueden ensamblarse en los costados de los pares empleando escuadras como se indica en la *fig. 469*.

Cuchillos sin tirante.—622. Para pequeñas luces cuando los cabrios apoyan sobre la hilera, se juntan por sus extremos *(fig. 470)* y se unen con un tornillo T ó se juntan al tope *(fig. 471)* asegurando la unión con cubrejuntas de ensamble *acd* robladas á ellos. Si los cabrios se han de ensamblar en los costados de la hilera puede acodillarse parte de su cabeza *ac (fig. 472)* cortando para ello el nervio según se detalla en (Z) á fin de que aquél se adapte á la hilera fijando los dos cabrios *A* y *B* con un pernete *P*. Pueden también cortarse los cabrios para que ajusten al nervio de la hilera *(fig. 473)* y fijar su unión con escuadras *es* que se roblan en ellos en el taller y se fijan en la hilera con pernetes. Si los pares son de poco ancho, se emplean cubrejuntas, fijándose la hilera, ya como indica la *fig. 474* cuando los pares apoyan contra el nervio de aquélla, ya según demuestra la *fig. 475* si la hilera descansa sobre la unión de los pares. Las cubrejuntas deben fijarse con cuatro pernos ó roblones cuando menos en cada par para que no se abra el ángulo que forman en la cumbre.

Aunque en las figuras anteriores aparecen para cabrios los hierros de T, fácil es comprender que análogamente se procederá cuando sean de otra sección.

Las cubiertas á diente de sierra ó de pendientes desiguales que tienen poca luz, pueden formarse *(fig. 476)* con cabrios de sección T para la vertiente fuerte *A* y con hierros de vidrieras para la otra *B* apoyando la hilera en los montantes de la primera *A*, cuya unión se fija con escuadras y en ella encajan los cabrios de la vertiente suave *B* haciéndoles el corte detallado en *(Z)* y sujetándolas con tornillos ó roblones en el alma de la hilera.

Cuchillos de tijera.—623. Se hacen cuchillos para luces menores de 8 metros disponiendo hierros angulares que se cruzan como tijeras *(fig. (477)* cuando se necesita una linterna de luz y ventilación, á cuyo fin los extremos *a*, *a* apoyan en montantes *M* fijados con roblones ó pernetes á la correa *C* que es un hierro angular abierto y á la carrera *a* que lo es cerrado. Los pares estriban

en hierros angulares *b*, y algunas veces en cartelas de hierro *T* y su cruce *g* se asegura con fuertes pernos.

Cuchillos de par y tirante.—624. El empuje de los pares contra los apoyos se contrarresta con tirantes generalmente de hierro forjado cuyos extremos entran en una pieza ahorquillada *(figura 434)* ó son abrazadas por dobles barras *a a* *(fig. 468)*. El tirante se hace de hierro laminado cuando ha de recibir un piso ú otra carga y entonces se apoya el par sobre el tirante *(fig. 478)* cortando á éste su pie según la línea *a c* para fijar la unión con dobles planchas *adb*, las cuales se roblan en el tirante *T* y sujetan al par *P* por medio de pernos *N*. Pueden prolongarse por abajo doblándose según *d' b'* para formar el pie ó base de asiento del cuchillo sobre las paredes en las que se fija con pernos *N*.

Cuchillos de par y pendolón.—625. Generalmente se suspende el tirante por su medio de un pendolón de hierro forjado *P* *(fig. 479)* el cual cuelga mediante un pasador del saliente *c* que se da por abajo á las planchas de ensamble de los pares. Se cuelga también el pendolón por medio de un hierro especial *aca* *(figura 480)* el cual tiene sección T dándole forma angular para adaptarse á las dos pendientes y sujetarse por medio de pernetes *p*, *p*.

Cuchillos con puente y jabalcones.—626. El ensamble del puente y jabalcones con los pares cuando tienen una de sus caras como los hierros L y [es simplemente por yustaposición de unos con otros *(fig. 481)* sujetando la unión con pernos. Si los hierros son de rebordes ó de alas como los de T ó I, se interponen planchas ó tablas *(fig. 482)* para enrasar con aquellos salientes ó se cortan éstos en la parte *a a* *(fig. 483)* con objeto en ambos casos de que presenten plana la unión para el ajuste de las planchas de ensamble, las cuales pueden roblarse en el taller á una pieza y atornillarse á la otra en la obra.

Cuchillos de tirante peraltado.—627. El de la *fig. 484* tiene el tirante formado de dos barras planas *pb* que se unen con la péndola *cp* (que es otra barra plana) por medio de un pasador ó perno haciendo antes ahorquillados los extremos de los tirantes. En la unión *a* de los dos hierros angulares que forman el puente con el par se interponen tablas de madera dura para enrasar la salida de las alas de éste y del mismo material son las planchas ó gruesos *T*, *T* que á trechos mantienen separados los hierros del puente.

Cuchillos de jabalcones y péndolas.—628. La *fig. 485* representa un cuchillo en que los pares y jabalcones son hierros de T, el tirante, el pendolón y las péndolas de hierro redondo y las correas de madera reforzadas por cantoneras fijadas con tornillos

y aseguradas en los pares por medio de pernetes. Es un modelo de ligereza en atención á que estos cuchillos se disponen á $2^{m}54$ de distancia unos de otros. Los jabalcones ensamblan con los pares *(fig. 486)* mediante dobles barras planas *ed* robladas al nervio de aquéllos y que abrazan el del par *P* con el que se unen por un perno que á la vez sirve para colgar la péndola *L*. Por su pie se corta al jabalcón *J* parte de su nervio y se dobla la cabeza taladrándola para que la atraviese la péndola, la cual sostiene el tirante mediante una tuerca *T*. La unión de jabalcones y péndolas con los pares resulta articulada de manera que estas piezas pueden girar alrededor de los pasadores de sujeción para tomar su posición más estable ú obedecer á las dilataciones y contracciones que originan los cambios de temperatura. La articulación puede formarse también en el ensamble de los jabalcones y péndolas con el tirante aplanando sus extremidades para abrazarlas con palastros fuertes y sujetarlas con pasadores ó pernos como indica la *fig. 446*.

629. Cuando se quieren emplear hierros de reducidas dimensiones se adopta para los cuchillos el sistema de jabalcones y péndolas que indica la *fig. 487* la cual representa un cuchillo rígido cuyos pares, jabalcones y tirante son de dobles hierros angulares formando sección T y las péndolas se hacen de dos planos, verificándose las uniones ó ensambles por medio de planchas de palastro fuerte interpuestas con las que se roblonan, cuyas planchas prolongadas pueden servir á la vez para sujetar las correas y la hilera. Si se quiere dar más rigidez al sistema se disponen tirantillas de hierro plano como se indica de puntos en la figura formando cruces de San Andrés con los jabalcones.

Cuchillos de bielas.—630. Apoyando los pares en bielas *(fig. 488)* éstas pueden tener aplanados sus extremos entrando el inferior como los jabalcones, entre las planchas de ensamble con el tirante *av* y las cuerdas ó tirantillas *dc* y el superior entre otras dos roblonadas al par sujetándose con un pasador ó perno que le permite girar en sus movimientos de asiento y de variaciones de temperatura. Las tirantillas *dc*, que pueden terminar en el extremo *c* con tornillo y tuerca para templarlas, se unen al par por dobles barras *cr* ó á la parte saliente de las cubrejuntas de los pares de la misma manera que el pendolón ó con el mismo pasador que éste reforzando entonces las planchas con otras circulares. Las bielas se forman algunas veces de hierros angulares roblonados para formar sección cruciforme á la que se cortan los brazos en sus extremidades para que resulten aplanadas y se taladran á fin de unirlas con el par y los tirantes.

631. Aumentando los puntos de apoyo á los pares pueden disponerse tres bielas en cada uno *(fig. 489)*. En este cuchillo

está el tirante central *ec*, $1^{m}70$ más elevado que los pies *b* de los pares y éstos, que tienen una ligera curvatura en sentido de su longitud, entran por su extremidad inferior en unas zapatas de hierro fundido y están apeados por cartelas *d t* formadas de dobles hierros angulares haciendo sección T en sus tres lados aumentada su resistencia por barras planas *bs*, cuya cartela tiene su parte inferior *d* acodillada para empotrarse en la pared. Los pares han de tener la facultad de resbalar sobre las cartelas en sus movimientos haciendo para ello oblongos los taladros donde entren los pernos de unión *(fig. 459)*. La cartela se hace de hierro colado en otros cuchillos *(fig. 490)* uniéndose á la zapata *abz* que recibe al par por medio de barretas *xx* que se fijan de antemano en aquélla por medio de un pasador en *z* y retienen la cartela con un perno en *x*.

Cuchillos con pares de celosía ó enrejado.—632. En estos cuchillos *(fig. 491)*, para la unión de los pares en la cumbre y su apoyo en las paredes se emplean generalmente planchas que sustituyen á las aspas y son de su mismo grueso. En el pie de los pares, las escuadras que forman su base se roblonan á las planchas y para que puedan recibir los extremos del tirante *pt* ó sea las barras planas ú horquillas *nt* se refuerza el taladro con rodajas ó arandelas que salven por ambos lados la salida de las cabezas inferiores del par. Por su parte superior, la unión de los pares se verifica también mediante una cumbrera de hierro fundido *(fig. 492)* cuyos costados presentan unas cajas para recibir las barras *B* y los nervios de los hierros *C*, *C* que forman el enrejado sujetándolos con pernos ó pasadores. La hilera *H* descansa y encaja entre dos rebordes que tiene la cumbrera, y el pendolón cuelga del saliente inferior achatando al efecto su extremidad *E*.

Cuchillos curvos ó cerchones.—633. En los cuchillos curvos de hierro puede cimbrearse éste en caliente al salir del laminador ó en frío con la máquina destinada al efecto en los talleres, sometiéndolos algunas veces al martillo para aumentar su fuerza de cohesión.

En la *fig. 392* el arco *acb* es un hierro de simple ó doble T ó formado de alma de palastro y cabezas de hierros angulares empleándose el hierro redondo en el tirante y pendolón.

La *fig. 393* presenta en cada semicercha la disposición de vigas armadas *adce* compuestas del hierro laminado contínuo *adc* que forma el arco y se apoyan en las bielas *ed* que pueden ser de fundición, atirantándolas por las cuerdas de hierro redondo *ea*, *ec*. Se evita el empuje del arco con el tirante *ab* suspendido en su medio por la péndola *cp*, ambos de hierro redondo.

En cerchones de contorno poligonal ó curvo por el intradós y el trasdós *(fig. 398)*, se puede establecer un atirantado *ac*, *bb*, *cd*

que destruya del todo el empuje y evite la deformación ó abertura de los tres ángulos *b*, *c*, *b*. En la práctica, estos tres tirantes se reemplazan por hierros en N ó cruces de San Andrés, como aparece en la *fig. 493*.

El arco interior de estos cuchillos puede ser reforzado con dovelaje de fundición ó acero de sección anular *(fig. 494)* partida en dos mitades para alojarlo dentro, debiendo aumentar las dimensiones de las dovelas del vértice á los arranques. Las dos mitades se disponen ó no á juntas encontradas las de un lado con las del otro pero uniéndolas siempre por pernos *pp*. Las juntas deben tener el mayor contacto posible como en la sillería pudiendo disponerse en ellas unas orejas salientes *or* para sujetarlas.

Cuchillos decorados.—634. La forma curva en los cuchillos se adopta por lo general en pequeñas luces para cubiertas de cristales decorándolos con hierro fundido en rosetones ú otros adornos, calando los palastros que con sus contrastes de llenos y huecos aligera las masas en la línea neutra de las vigas, con los hierros laminados de sección moldurada para formar contornos que prestan más resistencia á las figuras y con barras de hierro forjado formando caracoleados para llenar y fortificar los huecos.

El cuchillo representado en la *fig. 495* pertenece á una montera de cristal cuyos pares *cd* de sección T están apoyados en su medio *n* por el arco *a c b* también de hierro T uniéndose ambas piezas en el punto *n* por dobles planchas recortadas que se roblonan á los nervios por ambos lados.

La *fig. 496* es ejemplo de un cuchillo de palastro calado, apoyado en ménsulas *M*: es de contornos reforzados con dobles cantoneras, y presenta la forma de grandes cartelas *adc* que reciben un puente *aa* y la linterna, compuestos de la misma manera. El palastro, al que se roblonan los hierros angulares ó cantoneras, rebasa inferiormente la línea curva ó recta de éstas y se presenta recortado á modo de festón según un perfil caprichoso para contribuir á la decoración.

El cuchillo de la *fig. 497* está formado de hierros T ó cantoneras pareadas formando ésta sección en el contorno interior y exterior los cuales se unen en los puntos más débiles *C*, *R*, por palastros recortados y ligeramente calados, rellenándose el hueco central del vértice con barras de hierro caracoleado que concurren á dar rigidez al cuchillo.

Se combina el caracoleado con el palastro recortado empleando éste á trechos para enlazar los arcos interior y exterior cuyos centros son distintos como en los cerchones de hoz utilizándose además para ensamblar las correas y la hilera: el espacio hueco restante se llena con hierro plano caracoleado.

Estribación de los cuchillos en sus apoyos y en vigas.—635. Se ha visto la manera de que los pares descansen sobre una pared empleando escuadras ó planchas dobladas en ángulo recto $d'b'$ (*figura 478*) pero también pueden apoyar por el intermedio de zapatas de hierro fundido (*fig. 498*) cuya caja *cda* donde entra el par es como su molde sirviendo el taladro *T* para sujetarlo así como al tirante y los *P*, *P* para fijarlas en la pared.

Las zapatas, como los pies formados de escuadras, deben descansar en la pared sobre una plancha de asiento fijada en la fábrica con pernos cuyos extremos empotrados se abren ó sobre un sillar ó losa para que pueda el cuchillo resbalar cuando se dilata ó contrae con los cambios atmosféricos. Con este objeto se hacen prolongados los agujeros donde entran los pernos de sujeción (*figura 459*).

636. Cuando los pares han de apoyar sobre postes de hierro laminado (*fig. 499*) pueden unirse por medio de escuadras ó hierros angulares abiertos *esc* que al mismo tiempo sirven de carreras ó empleando dobles planchas de cubrejunta *bpq* (*fig. 500*) interponiendo otra en el triángulo *A* del grueso que tengan los nervios del par y del tirante para dar más rigidez y seguridad al ensamble. Si los apoyos y los pares constan de dos hierros para formar sección de T (*fig. 501*), se emplea solamente una plancha *dac* interpuesta entre ellos. Las escuadras y las planchas de ensamble se acostumbra fijarlas con roblones á los postes en el taller y asegurar después los pares en la obra por medio de pernos.

Los cuchillos que tienen sus pares formados de hierros angulares descansan alguna vez directamente sobre los postes (*fig. 502*) haciendo á éstos más cabeza con escuadras *es* que se roblan á ellos y á las cuales se fijan los pares mediante pernetes *P* interponiendo una plancha de asiento *aa*. Puede aumentarse la cabeza de los postes con otras escuadras *as* que se fijan también con roblones y al par por pernetes *P*, *P*.

Si los apoyos donde descansan los pares son columnas de hierro fundido (*fig. 503*) se emplean generalmente cartelas formadas de hierros T en sus lados vertical é inclinado y de planos en la parte curva *cor* uniéndolos en *a* con planchas de ensamble y por simple yustaposición en *c* y *r*. Si los pares son de celosía, las cartelas se forman con la misma plancha en que terminan aquéllas contorneándolas con hierros angulares que se roblan á dicha plancha y mediante las cuales se fijan en las columnas ó postes empleando pernos ó roblones. Las cartelas se hacen también de fundición formando algunas veces parte de las columnas ó de su capitel uniéndose á los pares por medio de pernetes.

637. Los pares que descansan sobre vigas ó carreras pueden

fijarse en sus cabezas por medio de escuadras *es (fig. 504)* que se roblonan á ellas fijándolas con pernetes ya sobre la cabeza de la viga como en *A*, ya empleando otra escuadra como en *B* según sea la inclinación del par ó el empuje que ejerce sobre la viga. Cuando éstas tienen el alma de palastro *(fig. 505)* puede dársele un saliente por arriba *sn* contra el cual apoya el par *P* fijándose por medio de escuadras *esn*.

En los encuentros de dos cuchillos se deben ensamblar los pares por medio de planchas de ensamble *pa (fig. 506)* ó entrar ambos en una zapata de fundición *dbca (fig. 507)* donde apoya el par *B* contra la cabeza del *A* asegurándose con los mismos pernos que sirven para retener los tirantes *T, T*.

638. Se ensamblan los pares en el costado de las vigas *(figura 508)* apoyando en el ala inferior y sujetándose con escuadras que vienen del taller roblonadas al par y se fijan por medio de pernos en la carrera. Si ésta es una viga de celosía ó de palastro *(figura 509)*, se refuerza el alma de ésta en la unión con el par con planchas *ac* que enrasen con los gruesos de sus cabezas á fin de que la escuadra de ensamble *es* pueda coger bien la altura de dicha viga y fijar el par con pernetes *N, N*. El pie del par se refuerza también con otra plancha *ns* para abarcar toda la altura de la viga y de las escuadras de ensamble.

Cuchillos pareados y tubulares.—639. Cuando las armaduras de cubierta han de sostener grandes cargas, se hacen cuchillos dobles distantes de 20 á 50 c/m enlazándolos por pernos de cuatro cabezas colocados de metro en metro. Si las correas se ensamblan en los costados se arriostran entre sí para rellenar el espacio intermedio con cemento y cascote ó con yeso y yesones y si se disponen encima de los cuchillos hay que asegurarlas además en ellos por medio de gatos que se empotran en el relleno.

640. Para cubrir espacios de 50 metros y aun más, puede adoptarse para cuchillos la disposición tubular de la *fig. 510* formando un enrejado tubular cuyos ángulos diedros opuestos deben unirse por diagonales como indica la sección transversal *(fig. 511)* para hacer invariable la forma rectangular *dacb*.

Estos cuchillos forman una misma armadura con los apoyos de sustentación *(fig. 400)* y en la composición se emplean seis cantoneras ó hierros angulares *c, c, c, (fig. 512)* en luces hasta de 30 metros y ocho *(fig. 513)* en las de 50 metros.

La *fig. 514* representa un semicuchillo pareado de 49,80 de luz por 28,2 de altura interior en la cúspide construidos de enrejado y separados 0^m442 aunque enlazados del mismo modo. Los semicuchillos se encuentran en la cumbre por el intermedio de una rotula ó rodillo de acero *B* y se apoyan por el pie en otro *A* que está

recibido en semicoginetes de hierro colado uniéndose los dos semicuchillos por un tirante de hierro forjado que va por debajo del piso.

Otros semicuchillos de 115 metros de luz y 43 de altura del mismo sistema tenían sólidamente amarrados los semicoginetes en el cimiento por medio de grandes pernos *P*, *P* (*fig. 515*) sujetos inferiormente por hierros *hh* de doble T. Con esta disposición, el rodillo de la cumbre permite á los semicuchillos dilatarse libremente girando á su alrededor y suprimido este empuje se evitan los del pie ó apoyo en la base, ya obrando en el tirante ya sobre el macizo del cimiento.

ARTÍCULO V

Enlace y encuentro de cubiertas planas.

Sujeción y enlace de los cuchillos.—641. Los cuchillos ó cerchones de un espacio cuadrangular se disponen normales á la longitud de éste y la cubierta termina unas veces en muros testeros ó piñones y otras en faldones. En el primer caso, se empotran las correas y la hilera en la fábrica como la viguería de suelo y en algunas ocasiones se arriman contra las paredes los pares de ambas vertientes como el *ap* (*fig. 516*) asegurándolos con barras acodilladas *acd* que se empotran en la fábrica; y si ésta es de sillería se terminan las correas y la hilera con escuadras *es* (*fig. 517*) las cuales se fijan con un perno *P* ó por el intermedio de una plancha supletoria *aq* (*fig. 518*) cuando caen sobre un hueco *H* porque saltaría ó estallaría la piedra por la esquina *q*.

642. El enlace de los cuchillos ó cerchones entre sí se verifica por medio de las correas y de la hilera y cuando las armaduras son de importancia se emplean además *sotahileras S* (*figuras 421* y *424*) que unen por sus pies los pendolones de los cuchillos abrazándolos y sujetándolos por medio de pernos: se emplean también *riostras* en otros puntos *R*, haciéndose de hierro redondo las que enlazan los cuchillos de este metal como se indica en *R* (*figura 489*) para unir los pies de las bielas que son muy largas, cuyas riostras se atirantan con las tuercas que llevan en sus extremos de unión.

Contra la acción de los vientos que tienden á levantar las armaduras especialmente si abarcan gran extensión ó están sobre apoyos aislados ó paredes de grandes aberturas, no bastan los enlaces anteriores y se colocan jabalcones *J*, *J* (*fig. 416*) que van de los pendolones *P* á la hilera *H* ó se establecen cruces de San An-

drés entre los cuchillos. Se disponen otras veces riostras inclinadas ó vientos *cd, ce (fig. 519)* que fijan de un modo invariable la cumbre *c* de un cuchillo *A* con los pies *e, d* del inmediato *B* y del anterior ó de la pared apiñonada; y del mismo modo pudieran unirse el vértice *h* del cuchillo *B* con los pies *a, b* del *A* estableciendo cruces de San Andrés entre unos y otros cuchillos. Se emplean en estos contravientos hierros redondos ó planos ciñéndose uno á otro en sus cruces y acodillando sus extremos para fijarlos con pernetes en las zapatas ó pie de los cuchillos y en el costado de las hileras ó de los pares. Si este arriostramiento se establece sobre los pares se fija en la cara superior de éstos una plancha para recibir los extremos aplanados de los vientos. Estas riostras han de poderse atirantar por medio de tuercas en sus extremos ó en su medio pues han de sufrir esfuerzos de tensión.

Ensamble de la hilera y de las correas de madera.—643. La hilera que une los cuchillos, cuando se ensambla en los costados del pendolón ó del cuchillo, lo hace á caja y espiga lo que debilita las dos piezas, siendo por ello preferible el empleo de hierros planos acodillados ó escuadras de brazos desiguales *acd (figura 520)* fijando el menor al pendolón *P* y el mayor á la hilera *H* á fin de alejar del extremo *c* de ésta el perno de sujeción *np* para que no se raje ó salte la madera. Lo general es que la hilera descanse sobre los cuchillos haciendo un corte al pendolón en forma de canal ú horquilla *(fig. 521)* donde encaje la hilera *H* ó haciendo al pendolón una espiga *e (fig. 522)* que entre en una caja abierta en la hilera. Otras veces se sujeta la hilera sobre los pares por medio de escuadras abiertas *(figs. 452 y 453*. En el cuchillo *(fig. 450)* entra la hilera en un corte hecho en la plancha de unión y en la *fig. 452* se fija además con escuadras *E*. Cuando se emplean cumbreras de fundición *(fig. 441)* se da á éstas la forma conveniente para que reciban la hilera *H* y la sujeten con un perno *pn*. En el cuchillo *(fig. 185)*, un hierro de sección Y recibe dos piezas de madera que forman la hilera.

644. Las correas en cuchillos de poca pendiente pueden sujetarse, para que no resbalen, encajándolas en escopleaduras practicadas en la cara superior del par y clavándolas un clavo al costado, es decir á oreja. Lo común, sin embargo, es apoyarlas en un zoquete de madera llamado *ejión* como se habrá observado en las figuras que representan cuchillos de madera cuya pieza se clava al par; y cuando éste tiene mucha pendiente, haciéndole descansar en un corte de espera *acb (fig. 523)* y, hasta asegurándolo con una espiga *e (fig. 524)* aunque ésta debilita al par. Se emplean también para ejiones escuadras de hierro de brazos desiguales como para sujetar la hilera *(fig. 453)*.

Las correas cuando se disponen en los costados de los pares para enrasar con ellos por arriba pueden ensamblarse á caja y espiga pero como esto debilita los pares es preferible sujetar las correas con las escuadras.

Ensamble de las correas y la hilera en armaduras de hierro. —**645.** Cuando las correas van sobre los pares y aquéllas presentan un lado plano como los hierros de doble escuadra ⊏, los angulares *C (fig. 186)* y los de T *(fig. 525)* basta fijarlos con pernetes en las cabezas ó alas de los pares. Si tienen la sección de doble T puede emplearse como ejión una barra plana acodillada convenientemente de un modo análogo al *ac (fig. 475)*.

646. Para colocar las correas en los costados de los pares se roblan á ellas unas escuadras *es (fig. 169)* las cuales se fijan en los pares por medio de pernetes *N*. Cuando los pares son de celosía ó enrejado se fijan en los montantes ó piezas verticales, dando á éstas la anchura necesaria para fijar las escuadras con pernetes análogamente á lo detallado en la *fig. 509*. Si el alma de los pares es de palastro se aprovechan para el ensamble las cubrejuntas de las hojas en su unión y en ambos casos pueden apoyarse además las correas en escuadras dispuestas debajo como ménsulas.

647. La hilera que va sobre los pares se asegura en su posición por medio de escuadras abiertas ó hierros acodillados *ac (figura 475)* y si se aloja en cumbreras de fundición debe sujetarse con pernos ó pasadores que atraviesen ambas piezas.

Cuando la hilera se ensambla en el costado de la unión de los pares se fija por medio de escuadras y pernetes *(figs. 473 y 474)*.

648. En el caso de tener que empalmar los hierros de las correas y de la hilera cuando se disponen sobre los cuchillos se procura que la unión caiga en éstos para que las escuadras de ensamble mencionadas sirvan también á este objeto.

Correas de madera sobre cuchillos de hierro.—**649.** No pasando de 3 á 4 metros la separación de los cuchillos de hierro, conviene muchas veces emplear correas de madera las cuales se sujetan en los costados de aquéllos *(fig. 526)* por medio de dos escuadras de brazos desiguales *E, E*, roblonando el menor en el par y fijando con pernos el mayor en la correa para que los taladros puedan separarse de la punta de la madera á fin de que ésta no se raje.

Si las correas van sobre los pares, se emplean como ejiones unas escuadras *(fig. 527)* que se fijan con roblones en las cabezas del par y sujetan las correas con tornillos ó pernos.

Se refuerzan las correas de madera acoplando á sus costados unos hierros planos ó de otra sección *cd (fig. 528)* y también sobre su cabeza *(fig. 529)* fijándose la unión con tornillos ó pernos.

Los hierros angulares se emplean otras veces como cantoneras para dar fuerza á las correas *(fig. 530)*.

Encuentro de cubiertas.—650. Cuando se verifican formando ángulo *(fig. 372)* se construye además de los llamados *principales ha, ha,* un cuchillo según la diagonal *hct* para recibir la hilera y las correas de ambas cubiertas; y en caso de ser las cubiertas de gran luz habrá que disponer además semicuchillos *cx, cx* que ensamblarán en el pendolón del cuchillo diagonal si son de madera y con los pares mediante escuadras ó de planchas acodilladas convenientemente si son de hierro.

Cuando el encuentro forma una T *(fig. 373)* podrán disponerse dos cuchillos *dz, hx* que se crucen en *c*, ó tres semicuchillos, dos *hc* y *cd* para las limahoyas y otro *cr* que los contrarreste en la vertiente opuesta sirviendo en todos de enlace común el pendolón proyectado en *c* y haciéndose los cruces de los tirantes á media madera. Si el encuentro es entre cubiertas de distinta altura *(figura 376)* se dispone un cuchillo inclinado *hod* que se denomina *de nudillo* cuya composición es análoga á la de los de la cubierta más baja *B*. La hilera con los pares apoya en la correa que cae en el punto *o* evitando que se doble por medio de un puente dispuesto á la altura de la misma entre los pares que concurren en *c*. En armaduras de hierro *(fig. 531)* la correa *cc* se coloca con su alma vertical para recibir con escuadras la hilera *ha* de la cubierta más baja: los cuchillos de limahoya *L* se apoyan por medio de escuadras en cuadrales ó planchas que enlazan del mismo modo la dicha correa y la hilera. El encuentro de una cubierta grande *B (figura 377)* con otra menor *A A* exige semicuchillos sobre las líneas *on, cc* y enteros sobre las *db* cuya colocación es recta ú oblicua según es el ángulo que forman las cubiertas.

En el cruce de dos cubiertas *(fig. 374)* se disponen cuchillos en las diagonales *ab, dn* los cuales tendrán un pendolón común ensamblándose los tirantes á media madera ó al tope; y si el cruce es muy oblicuo *(fig. 532)* habrá que agregar otros cuatro cuchillos oblicuos *ad, db, bc, ca* porque resulta mucha distancia del nudo *n* á los últimos cuchillos rectos *aa' bb'*.

Las hileras en estos encuentros, se unen entre sí al tope si descansan sobre el pendolón asegurándose la unión con bandas de hierro en cruz dispuestas encima cuyos brazos se fijan con tornillos y si ensamblan en los costados del pendolón lo hacen á caja y espiga.

Faldones.—651. La vertiente triangular de éstos exige *(figura 369)* que se coloquen semicuchillos de mayor luz que los principales aunque idénticos á ellos en las diagonales para formar las limatesas y cuando la anchura del espacio que se cubre es de con-

sideración hay necesidad de proporcionar un apoyo á las correas por medio de semicuchillos ordinarios *ec, ec*. Los semicuchillos se apoyan por su vértice en el último cuchillo principal *bb* sirviendo su pendolón, si lo tiene, de lazo de unión de unos con otros. El par *F (fig. 533)* del semicuchillo de faldón apoya contra el pendolón *P* por un ensamble de barbilla á caja y espiga *adc* y los de limatesa *T, T* que ensamblan en la arista del pendolón lo hacen con un simple corte de barbilla para lo cual se necesita reducir proporcionalmente la escuadría *ce* de sus extremidades así como las de los pares *A, A* del cuchillo principal y las del de faldón. Para el enlace de los tirantes ó *enrallado (fig. 534)* se ensambla á cola de milano y á media madera el tirante de faldón *tf* con el del cuchillo principal *dd* los cuales se enlazan por medio de los cuadrales *ca, ac* fijándose en ellos con pernos. En estos cuadrales se reciben también á cola de milano y á media madera los tirantes de limatesa *L, L* llamados *aguilones* los cuales, para más seguridad ó para que puedan formarse de dos piezas, se apoyan á media madera ó al tercio en otros cuadrales *uu* que enlazan las soleras *ss* tendidas en las paredes para recibir los cuchillos. El canto superior de los pares de limatesa se corta en dos chaflanes de la manera que determinen las dos vertientes y las correas de ambos se unen por medio de escuadras de hierro que se sujetan con tornillos.

652. En las armaduras de hierro, los tirantes de los semicuchillos de limatesa se ensamblan con el pendolón del principal por medio de una placa *apc (fig. 535)* suspendida de aquél por una tuerca que entra en su extremo inferior fileteado y en la que se sujetan con pernos, á cuyo fin tienen los aguilones *A A* su extremo en forma de horquilla. Se emplean también dos placas entrando entre ellas los extremos aplanados de los tirantes. Para contrarrestar la tensión de éstos se dispone una riostra *R, (fig. 531)* que enlaza la placa ó placas dichas con la del pie del pendolón ó tirante del cuchillo anterior *bb* y éste con el que le antecede. Mejor es disponer dos riostras *ob, ob* que vayan á los arranques *b, b* del anterior cuchillo. El ensamble de los pares de limatesa *L L* con los *B B* del cuchillo principal se verifica por medio de escuadras cerradas ó planchas acodilladas como indica la figura en el nudo *o*, las cuales se roblonan ó atornillan en las almas ó nervios de dichas piezas. Esta unión se efectúa también en una cumbrera de hierro colado donde entran todas las piezas por sus extremos y se sujetan con pernos. Habiendo semicuchillos de faldón *F (fig. 536)* éste se une al vértice del cuchillo principal *B B* por medio de escuadras que se corresponden con las que fijan la hilera *H* empleando los mismos pernos; y para ensamblar los pares de limatesas *L, L*, se disponen como cuadrales unas barras *ac, ac* que se fijan con es-

cuadras abiertas en los pares *B, B* y en el de faldón *F* sobre cuyos cuadrales se disponen las limatesas *L, L,* de manera que el canto superior forme la arista asegurándolas en su posición por medio de escuadras prolongadas lo necesario, las cuales se fijan con pernos y vienen del taller robladas á los cuadrales.

ARTÍCULO VI

Armaduras piramidales, cónicas y en cúpula.

Armaduras piramidales y cónicas de madera.—653. Para formar una cubierta de planta cuadrada se establecen cuchillos según las diagonales con un pendolón común en el que ensamblan á caja y espiga los cuatro pares de limatesa los cuales, cuando el pabellón es de reducidas dimensiones, reciben los cabrios sin intermedio de correas apoyando por su pie en la solera tendida á lo largo de las paredes. Cuando es mucha la longitud de las diagonales (*fig. 537)* se establecen los cuchillos según las líneas *nn, ee* y se enlazan sus pares cerca de la cumbre por medio de cuadrales para que apoyen sobre ellos los semicuchillos de limatesa *L, L,* elevándolos por medio de un taco ó haciéndolos angulares á fin de que presenten su canto superior como arista de la limatesa. El enrallado se forma con cuadrales y aguilones como en los faldones. Si la cubierta presenta la forma de la *fig. 371,* se establecen dos cuchillos diagonales que se crucen y los cabrios descansan por su pie sobre ellos y por su cabeza sobre hileras que del vértice de los cuchillos *c* van á las cumbres *h, h* de las paredes apiñonadas opuestas. La forma de la *fig. 370* exige cuchillos de cumbre á cumbre de las paredes según las líneas de la planta *scs, vcv* sirviendo las rampantes *as, av* para apoyar las correas de la parte inferior *sav*.

Para cubiertas piramidales de más de cuatro caras se hace la armadura de tantos semicuchillos como aristas, ensamblando todos en un pendolón común ó se disponen dos cuchillos cruzados en ángulo recto empleando cuadrales para enlazar los semicuchillos de limatesa ó de las aristas. Los dos tirantes se ensamblan á media madera formando el resto del enrallado como en los faldones.

Las cubiertas cónicas tienen análoga armadura pero haciendo curvos los cuadrales así como las correas.

654. Por lo general, esta clase de armaduras no tienen enrallado porque el destino del espacio que se cubre así lo impone y los semicuchillos se ensamblan por su cumbre en un grueso pendolón, mastil ó *nabo* apoyando los pares por su pie en los ángulos

de una solera poligonal cuyos empalmes se aseguran para que no se abran sea por medio de bandas de hierro *aca (fig. 538)* que se ciñen á los costados de las soleras ó las enlazan como la *bd* fijando unas y otras con pernos. También se emplean dobles soleras *s, s (fig. 539)* que además de las bandas se enlazan una con otra por medio de gatos *to*, pudiendo destruirse el empuje de los pares por medio de virotillos *P, P* que establecen una triangulación. La flexión de los pares, cuando son muy largos, se evita haciendo que las correas ensamblen en sus costados *dd* de modo que hacen de codales formando un refuerzo poligonal. Por su cabeza, cuando son más de ocho las vertientes de estas cubiertas, deben ensamblar los pares en una corona ó bastidor poligonal *aa* continuando cuatro de ellas hasta el vértice *v* donde ensamblan con el nabo *N* en que terminan estas cubiertas. Los cabrios se suprimen en ella cuando son de poca luz clavando la tablazón directamente en las correas.

655. Para la construcción de chapiteles y agujas se subdivide la altura total en varias que se unen sólidamente entre sí. La base ó enrallado se empotraba antes en la fábrica la cual se conmovía con los movimientos que los vientos producen en la armadura, por lo que hoy se hace descansar ésta simplemente sobre los muros asegurándola con barrones verticales al piso último de la torre. El mástil ó nabo ocupa solamente la parte más elevada y en él ensamblan los cabrios ó pares y se fija la veleta. Las ensambladuras se procura que sean de lazo ó cola de milano evitando las de caja y espiga porque se deposita el agua en ellas, y haciendo á las que no puedan sustituirse, un orificio de salida.

Armaduras de hierro para cubiertas piramidales y cónicas. —656. La de cuatro aguas en pabellón *(fig. 540)* se forma con un cuchillo *ad* donde ensamblan dos semicuchillos *ob, oe* empleando escuadras para unir los pares. Por su pie descansan en una solera contínua de hierro plano ó de sección [ó I cuyos empalmes se aseguran con cubrejuntas. Las correas *cc* se ensamblan por medio de escuadras en los costados de los pares y si el pabellón es de reducidas dimensiones se unen los cabrios directamente con los pares como se observa en *A* empleando escuadras abiertas ó cerradas, advirtiendo que siendo desiguales las longitudes de los cabrios, también deben serlo sus secciones transversales.

Estas armaduras tienen muchas veces una linterna central de ventilación *(fig. 541)* especialmente cuando son monteras para dar luz á los patios y entonces los pares de limatesa *ad, cb* apoyan en los hierros que forman la corona ó marco inferior *ac* de la linterna por medio de escuadras abiertas que se roblonan en los pares y se fijan con pernos en los lados contíguos de los ángulos *a', c'* de la corona. Los cabrios apoyan por sus cabezas, unos en esta corona y

otros en las limatesas mediante las escuadras correspondientes de sujeción descansando por su pie en la solera ó carrera que limita el recinto.

657. Las armaduras piramidales y cónicas de reducidas dimensiones se forman con cabrios que se ensamblan por lo general por sus cabezas en un manguito ó nabo hueco prismático de fundición de tantas caras como cabrios, en cada una de las cuales se fijan por medio de escuadras y pernos. Se hacen también aberturas en dichas caras *(fig. 542)* donde entran los extremos aplanados de aquéllas, es decir con solo su nervio principal haciéndolas una muesca (detalle Z) para retenerlas con un anillo *es* que entra en el manguito *pn'* impidiendo su salida por medio de la tapa *tp* la cual se fija mediante un perno *pn* cuya tuerca *T* no la deja levantarse.

Para el nudo ó encuentro en la cumbre en cubiertas de mayores dimensiones *(fig. 543)* se forma y asegura con escuadras *E* el cruce en ángulo recto de los pares *A, A, B, B,* y se fijan en ellos unas planchas acodilladas *ocad*, de modo que sus extremos estén horizontales y equidistantes de la línea central de encuentro para recibir entre cada dos los pares *C, C, C, C,* asegurando la unión con pernetes. Estas planchas han de ser cilíndricas en la parte *ca*, para cubiertas cónicas.

En la construcción de chapiteles y agujas se ha empleado la fundición en grandes piezas haciéndoles los rebordes convenientes para unir unas piezas con otras por medio de pernos, sin producir empujes.

Armaduras de cúpulas.—658. Cuando se construyen de madera y tienen reducidas dimensiones, se forman por zonas horizontales *(fig. 544)*. Los pares curvos *as* descansan sobre una solera circular *ss* y apean una cadena ó anillo *aa* también curvo haciendo á caja y espiga las ensambladuras. Las otras zonas se forman del mismo modo sobre ésta terminando en una corona *cc* si han de tener encima una linterna ó en un nabo que forma la cúspide en caso contrario. Las coronas ó anillos han de tener sujetos los empalmes con herrajes que impidan la separación de las diferentes piezas de que se componen.

Aumentando el diámetro de la cúpula se refuerzan estas armaduras con pares y virotillos sobre dobles soleras enlazadas por gatos de un modo análogo al indicado en la *fig. 539;* y cuando aquéllas son de grandes dimensiones se adoptan tres sistemas: por el uno se disponen dos cerchones en cruz ó ángulo recto *a b, cd (figura 545)* donde ensambla un bastidor poligonal ó circular cerca del vértice para servir de apoyo á otras en sentido radial terminando en un nabo: en el otro se cruzan también cuatro cerchones *aa, bb*

(fig. 546) pero dejando en el centro un hueco cuadrado en cuyos lados apoyan semicerchas *dd*. En los ángulos que los cerchones forman se disponen unas secciones que apoyan en cuadrales *cc* y en la solera *ab:* por el tercer sistema se colocan semicerchas en sentido radial que concurren en un nabo central ó en una corona si ha de tener linterna. En los tres casos se forman los cerchones de dos contornos curvos uno interior y otro exterior que descansan en dobles soleras enlazadas por gatos y apoyan por la parte superior en coronas ó bastidores circulares ó poligonales si han de tener linterna y en puentes que se crucen cuando no. En el espacio comprendido por los dos contornos se establece una escalera en espiral para subir á la cúspide.

659. En armaduras de hierro se emplea el laminado dándole la curvatura conveniente en las de pequeña luz y el palastro ó el sistema de enrejado en las mayores. Por su pie descansan unas veces sobre una viga de planta circular ó poligonal ó sobre un muro debiendo tenerse presente en ambos casos la dilatación del metal con las variaciones atmosféricas para evitar que produzca empujes ó conmueva la fábrica. El encuentro de los cerchones en la cúspide se verifica de un modo análogo al indicado en la *fig. 543* para las cubiertas en pabellón. Las correas de pequeñas cúpulas son de hierro laminado que se encorva en caliente ó en frío así como los cabrios, los cuales disminuyen de sección transversal según se aproximan á la cumbre.

En las grandes cúpulas apoyan los semicerchones por su parte superior en un tambor de palastro ó de hierro fundido *(fig. 547)* por medio de escuadras *es* roblonadas á ellas y fijadas con pernetes *pn* al tambor. Si han de tener linterna, apoyan los semicerchones en vigas circulares en cuya alma vienen á ensamblarse los extremos superiores de aquéllos por medio de escuadras verticales que prolongadas pueden constituir el cuerpo cilíndrico de la linterna.

ARTÍCULO VII

Aberturas en las cubiertas.

Paso de chimeneas.—660. El paso de los cañones de chimenea por un entramado de cubierta se hace por un embrochalado (**521**) cuidando de levantar el centro del brochal superior para que pueda establecerse una canal que vierta las aguas hacia los costados de la chimenea. Siendo pocos los cañones basta levantar algo los cabrios del centro del tronco.

Respiraderos ó gateras.—661. Para dar luz y ventilación á los desvanes se dejan algunos vanos ó huecos que no deben corresponderse unos enfrente de otros para que el viento recorra el interior. Por su pequeña dimensión no necesitan cubierta en climas poco lluviosos porque el agua que puede penetrar por ellos es absorbida ó se seca por el solado del desván á no ser que éste sea permeable.

Paso de luces.—662. Cuando es de poca importancia, se colocan sobre los cabrios los cristales ó tejas de vidrio que dan paso á la luz cuidando de traslaparlos más ó menos según sea menor ó mayor la pendiente de la cubierta. Si el paso de la luz ha de tener mayor anchura que la separación de los cabrios se hace un embrochalado y sobre él ó aprovechando las correas, si las hay, se dispone un bastidor *vd (fig. 404)* donde se fijan los cristales levantándolo por la parte *v* para que pueda establecerse la canal que reciba el agua de la parte superior de la cubierta.

663. Los vidrios que se emplean son los de doble espesor traslapándolos más ó menos según sea menor ó mayor la inclinación que tenga la cubierta. Se terminan inferiormente en punta *c, (fig. 548)* ó con los ángulos ochavados *o, o,* para que escurran el agua separándolos un poco de los inferiores á fin de que el agua no retroceda. Para colocarlos se hace al bastidor un rebajo excepto en el lado inferior porque se detendría el agua en él. Si los cristales son de grandes dimensiones ó la lumbrera tiene mucha pendiente se deben retener unos con otros por garabatillos *G* de cinc ó de plomo. En las vidrieras de las cubiertas á diente de sierra se sujetan con fuertes tornillos en la cara exterior de los pares *(figura 504)* unos hierros angulares ó cantoneras con listones de madera *a* donde se fijan unos garabatillos de hierro galvanizado que retienen con el gancho superior *c* el cristal de debajo *V* y con el inferior *d* el canto del cristal de encima *V':* el cristal más bajo se retiene con un simple gancho *b* y el último de arriba con una planchuela clavada en el listón más alto. Por sus costados, cuando se emplean hierros de vidrieras se corta la parte *acd (fig. 549)* de su alma ó nervio doblando la cabeza para que tome la posición *cd* y sea un tope á los cristales, los cuales se enmasillan con una pasta de aceite de linaza y tiza ó se sujetan con tornillos á distancias de 30 c/m, en cuyo caso se cubre la junta con un listón ó tira de cinc ó plomo para que no penetre por aquélla el agua.

Para la salida de las gotas de agua que produce la condensación de los vapores acuosos en el interior del edificio, se han ideado varios medios. Se coloca entre los cristales un cordón de metal ú otra materia formando curva *c (fig. 550)* donde se recoje el agua escurrida de los cristales saliendo por una ligera depresión hecha

en su parte inferior. Se guarnece también el traslapo con una tira de cinc adaptada por medio de dobleces á los cantos de los dos cristales como indica la *fig.* 551 de la que sale el agua condensada por unos agujeros, enmasillando el resto todo lo largo de los cristales.

664. Estas lumbreras se protegen con un alambrado ó *sobrevidriera* que se monta sobre cuatro patas ó más de hierro para que quede un espacio intermedio. En clima caluroso la vidriera debe estar levantada sobre la cubierta con objeto de que puedan establecerse aberturas laterales que den salida al aire calentado por el sol ó por la respiración en el interior del edificio. Se disponen también dobles vidrieras separadas de modo que quede entre ellas un espacio de aire intermedio, lo que defiende al interior lo mismo del calor que del frío.

665. Cuando hay que renovar el aire viciado se proporciona á las vidrieras un giro al rededor de un eje horizontal *e (fig. 552)* de modo que la parte inferior *eb* sea mayor que la superior á fin de que se cierre por su peso necesitando tirar de la cadenilla ó cuerda *ad* para que se abra, tomando la posición indicada de puntos. Las tiras de cinc ó plomo que deben cubrir las juntas para que no penetre por ellas el agüa han de clavarse por encima del cerco en la línea superior *a* y sobre la vidriera en la inferior *b* para que no presenten obstáculo al giro.

Linternas.—666. Tienen sus pequeñas cubiertas sobre montantes ó apoyos formando una especie de entramado vertical que afecta la misma planta que la de las cubiertas donde se establecen. Estos entramados tienen ventanas con vidrieras unas veces y con persianas otras, haciéndose también completamente abiertos, en cuyo caso se procura dar gran saliente al alero para que las lluvias no puedan penetrar en el interior aunque sean empujadas por fuertes vientos.

667. En armaduras de madera, los montantes *cm (fig. 417)* ensamblan á caja y espiga en las correas *c* como detalla la *fig.* 553 y á corte de espera con espiga en los pares *(fig. 554)* asegurando la unión con herrajes á propósito ó mejor por medio de riostras dispuestas desde la cabeza de los montantes hasta los pares para formar triángulos, ó prolongando el pendolón de la cubierta principal *(fig. 417)* para apoyar la armadura de la linterna sobre la hilera *h*; los montantes reciben á caja y espiga las carreras *m* donde estriban los parecillos ó cabrios *mh* de la linterna.

668. Los montantes en armaduras de hierro se hacen de hierros forjados, laminados ó fundidos, colocándose unas veces verticales y otras normales á la pendiente. Cuando los montantes son barras sencillas *(fig. 477)* se fijan en los pares por medio de es-

cuadras abiertas *c* y cerradas *a* para recibir los parecillos *ah* de la linterna. Los montantes de la *fig. 479* constan de dos barras planas que se cosen por su medio con roblones y se acodillan sus extremos para fijarse por abajo con pernetes en la cabeza de los pares *P* y recibir por arriba del mismo modo los parecillos *bh* de la linterna, que cuando tienen poca longitud pueden ser de una pieza doblada en su medio *h* para las dos vertientes. Si se emplean hierros angulares ó de T para montantes se fijan en las correas *ca* *(fig. 555)* por medio de escuadras rectas *cs* cuando aquéllas tienen vertical su alma y adaptadas á la inclinación de la cubierta si es normal á ésta *(fig. 556)* así como si han de apoyar en la cabeza inclinada de los pares. Por sus cabezas se unen estos montantes por medio de escuadras abiertas ó de planchas de cubrejunta como se indicó respectivamente en las *figs. 499* y *500* para la unión de los pares con los postes que aquí son los montantes.

Cuando se componen los montantes de dos hierros angulares formando sección T *(fig. 557)* se ensamblan por su pie interponiendo una plancha *bsh* en cuyo lado inferior se roblan cantoneras *hs* para fijarlas por medio de pernetes en la cabeza de los pares; y si éstos son de enrejado como en la figura, las planchas pueden prolongarse por abajo para cogerlas entre los hierros que forman la cabeza del par y del mismo modo se hace la unión de los montantes por la parte superior con los parecillos de la linterna como se indica en la *fig. 501.*

Los montantes de fundición se hacen con su basa horizontal ó inclinada según donde han de apoyar y se sujetan con pernos á las cabezas de los pares ó de las correas. En su parte superior tienen por lo general una ranura ó canal donde entran los parecillos de la linterna asegurándolos con un pasador ó perno. Su forma es unas veces la de un simple soporte *(fig. 558)* y otras la de una columna *(fig. 489)* cuando ha de presentar buen aspecto. El soporte será plano por los costados si han de encajar en él las tabletas de una persiana *(fig. 485)* cuyo montante se detalla en la *fig. 559.*

669. Las linternas se hacen algunas veces *movibles* para dejar al descubierto toda la parte que comprenden, pudiendo ser el movimiento vertical ú horizontal. Para lo primero se procura que esté bien equilibrada y tenga un soporte que facilite el movimiento el cual se produce generalmente por medios hidráulicos. El movimiento horizontal, se efectúa mediante ruedas sobre una vía que descansa en la cubierta *(fig. 560)* dividiendo la linterna en dos partes constituyendo cada una una vertiente que se corren á derecha é izquierda á *A* y *B* ó dos trozos de cubierta con sus dos vertientes cada una en cuyo caso el movimiento de traslación es perpendicular al anterior.

670. Se hacen también giratorias las linternas al rededor de un eje vertical y entonces la abertura es solo igual á la mitad de la superficie que abraza la linterna y gira sobre una corona que lleva un círculo de hierro plano para que ruede sobre él la parte móvil.

Buhardas.—671. Estas ventanas se disponen unas veces entre dos cabrios y otras abarcando el espacio de dos ó más lo que exige un embrochalado (**521**). La llamada *recogida (fig. 561)* consta de dos pies derechos *bd* apoyados á caja y espiga en los cabrios *cb* y que reciben un cabezal ó travesaño *d, d' d'* para formar el cerco de la ventana, haciéndose el tejadillo con pequeños cabrios *dc* cuya inclinación es opuesta á la de la cubierta general formando una canal *c* que debe verter á ambos lados.

La buharda *de caballete (fig. 562)* presenta un frontón *aba* sobre la ventana formándose el tejadillo con una hilera *cb* y dos carreras *ar:* la primera se une á caja y espiga con el brochal superior ó con una correa, reforzándose con hierros acodillados sujetos con tornillos y las carreras se ensamblan á media madera en el costado del cabrio *ro* asegurando la unión con pernos. Se dice que la buharda es *á la capuchina* cuando en vez de frontón presenta en su frente un pequeño faldón y en ambos casos se disponen cabrios de la hilera á las carreras *ar* y se forman dos limashoyas *cr* en su encuentro con la vertiente general de la cubierta.

Las buhardas presentan algunas veces su cubierta volada sobre la ventana para resguardarla ó colocar en su hilera saliente una polea en cuyo caso se apean los extremos de las carreras ó de la hilera por medio de jabalcones ó palomillas.

Tratándose de armaduras de hierro, los ensambles se verifican mediante escuadras ó planchas. En la buharda dispuesta entre los pares *cp, cp (fig. 563)*, la hilera *H, H'* ensambla por medio de escuadras en el brochal ó correa *bb* y apoya en el armazón ó telar de la ventana *cc*. Las carreras laterales que con la hilera reciben los pequeños cabrios de la buharda se ensamblan en los pares por medio de planchas verticales y los parecillos que exigen las limashoyas *oh* se unen á los pares y á la hilera mediante escuadras cerradas ó abiertas.

ARTÍCULO VIII

Revestimiento de las cubiertas.

Condiciones que deben reunir.—672. Cuando se cubre un espacio empleando armaduras metálicas ó de madera, el revestimiento ha de ser con materiales cuya unión deje algún juego para

que los movimientos de dichas armaduras no abran grietas que dejen paso á las aguas principalmente (578).

La colocación del material empieza siempre por la parte inferior ó alero haciendo que vuele ó sobresalga del paramento de la pared ó de los apoyos en que estriba la cubierta para que las aguas pluviales viertan fuera, ya directamente en el suelo, ya en la canal que las recoge. Este vuelo es también de necesidad sobre las canales de las limashoyas y de los encuentros con chimeneas, buhardas ú otros salientes de las cubiertas.

Revestimiento de teja curva ó árabe.—673. Se establece generalmente sobre una superficie unida igualando antes con la azuela y desperdicios de tabla las desigualdades de los cabrios cuando son enterizos y presentan curvaturas. Esta superficie se hace con madera, caña ó ladrillo. Las tablas se clavan por filas normales á los cabrios disponiéndolas á junta plana *(figura 187)* (A) ó recubriéndose en parte (C). Las cañas también se clavan como para formar los suelos (532) dejándolas por la parte inferior al descubierto ó recubriéndolas con una capa de mortero la cual con la tortada superior que sirve de cama á la teja forma con el tiempo una plancha de suficiente resistencia para no caerse aunque se pudra la caña. Los cañizos (239) suplen á la tablazón clavándolos á los cabrios y el ladrillo, que ha de ser delgado, se dispone, como en los pisos, sobre listones ó alfajías (533). Cuando los cabrios son de hierro hay que acoplarles unos listones para fijar los clavos en ellos, ó colocar de unos á otros cabrios unas baldosas ó ladrillos huecos que tienen unos 40 c/m de longitud.

674. Las tejas curvas ó lomudas se colocan alineadas á cordel en sentido de la máxima pendiente haciendo *canales nc (figura 564)* que empiezan por el alero con la llamada *bocateja* la cual se sienta con mezcla con su boca estrecha hacia abajo sobre media teja ó un tercio para que presente resistencia al resbalamiento de las superiores. Las demás tejas solapan con su boca estrecha la parte ancha de la inferior recubriendo la separación ó hueco entre dos canales que es de unos 5 c/m, con otras tejas *os* llamadas *cobijas* y también *sobres* colocadas de manera que la parte ancha de las superiores traslape la estrecha de las inferiores. En cubiertas hechas con esmero resultan alineadas horizontalmente las boquillas de las canales *bb* y las de las cobijas *aa* lo cual sucede precisamente con las tejas cilíndricas de rebordes *(fig. 565)* que enchufan unas en otras con una medida fija: en estas tejas, el reborde *r* de la inferior impide el retroceso del agua que no haya cortado el recubrimiento de la teja superior, cuya agua además no puede ser absorbida por la junta de las tejas porque los defectos de fabricación y los efectos de la cochura impiden un ajuste exacto.

Las canales y cobijas se colocan á *torta* y *lomo* ó *á lomo cerrado* cuando se sientan sobre una cama de barro, yeso ó mortero, excusándose algunas veces las cobijas con el alomado de mezcla entre canales si se hace con esmero para que no deje paso á las aguas. La colocación es á *teja vana* si no se emplea mezcla y las tejas se mantienen en su posición con trozos de teja ó cascote.

Se sustituye la tablazón con un enlistonado dispuesto según la pendiente de manera que recibe las canales entre cada dos, cubriéndo los listones con las cobijas en cuyo caso pueden sentarse sobre barro que las asegura así como á las canales.

El asiento á teja vana carga poco la armadura pero tiene el inconveniente de que el viento levanta fácilmente las tejas y éstas no pueden aguantar sin quebrarse el peso de una persona cuando hay que retejar. Por esto se macizan una fila de cobijas entre cada dos ó tres para que el operario pueda sentar los pies sobre ellas sin necesidad de levantar las tejas según va avanzando.

Si la pendiente de la cubierta es fuerte y no es bastante la adherencia del mortero para contener el resbalamiento de las tejas, se hace á las canales un taladro por su parte ancha para sujetarlas con un clavo ó estaquilla que se cubren con el traslapo ó se les pone un tope de barro por abajo cuando se fabrican para que entre en la mezcla que les sirve de cama.

Las tejas de doble inflexión ó figura de S se colocan como las árabes y cuando tienen el tope inferior pueden disponerse sobre listones horizontales donde se retienen por dicho saliente.

En el caballete y en las limastesas se colocan tejas *maestras* ó de arista llamadas también *redoblones*, las cuales cubren cobijas y canales y se sientan sobre un alomado de mezcla y cuando la cumbre la forma una pared, se empotran las tejas en su fábrica, la cual si termina en un plano á nivel, puede servir de paso para reparar el tejado.

Para revestir de teja las cúpulas se trazan primeramente líneas meridianas de arriba abajo que las dividen en secciones y se empieza la colocación por la línea media entre cada dos de aquéllas continuando paralelamente á derecha é izquierda hasta rematar en las meridianas las cuales se cubren con tejas maestras sobre un alomado de mezcla. Las tejas se colocan á la medida de un descantillón para que no pierda su redondez el revestimiento; y para que no puedan resbalar, se hace á las canales el agujero indicado pudiendo sustituirse los clavos ó estaquillas con buena mezcla ó cemento que al endurecerse forma un cuerpo con la cama de mezcla en que se sientan las tejas.

Revestimiento de tejas planas y curvas.—675. Se emplean en algunos puntos como canales y traslapándose unas sobre otras

las tejas planas de los romanos, de figura de trapecio con rebordes en los lados no paralelos *(fig. 566)* unas más anchas que otras, sirviendo de canales las primeras *A* y de cobijas las otras *B*, las cuales pueden sustituirse por tejas ordinarias ó árabes. Las canales tienen en su cara inferior unos pitones *P*, *P* para retenerlas en los listones horizontales que se clavan en los cabrios ó en hierros cuadrados cuando las armaduras son metálicas, ajustándose las cobijas con las canales mediante el recorte saliente *r* que tienen aquéllas en sus rebordes.

Cubiertas de teja plana.—676. Las usadas en el Mediodía de Francia *(fig. 567)* tienen en la cara inferior un pitón ó tope *t* para retenerlas en un enlistonado horizontal que se clava en los cabrios y un agujero *a* para fijarlas con un clavo: se disponen por filas á nivel enrasando cada teja con el canto ya derecho ya izquierdo de los cabrios según la fila á que pertenecen, con cuyo objeto es inversa la disposición del tope y del agujero en cada fila. Cada una de éstas cubre los $^2/_3$ de la inferior y algunas veces se pone en el alero una fila de tejas en sentido diagonal formando dientes para recibir las bocatejas. Por la parte del caballete se cortan las tejas según pide la arista y se hace un alomado de mezcla que cuando es de yeso se cubre de tejas curvas.

Las tejas planas de forma quebrada *(figs. 568* y *569)* así como las indicadas por su sección transversal en la *fig. 570* pueden colocarse sobre listones dispuestos en pendiente sentando las cobijas con un alomado de mezcla ó sin él.

Cuando las tejas tienen rebordes en cada dos lados adyacentes *(fig. 571)*, unos *aaa* en la cara superior y otros *cc* en la inferior, se colocan sobre una tablazón de la manera que indica la *figura 572*, montando los rebordes inferiores *ó* de una teja sobre los superiores de otras dos. Análogas son las tejas que figuran escamas *(fig. 573)*, las cuales se modifican para formar el alero como se ve en la *fig. 574* y para el caballete según la *fig. 575*. Tanto unas como otras deben tener áspera su cara inferior y unos pitones ó topes para que se aseguren en la mezcla que les sirve de cama.

Las tejas *mecánicas* *(fig. 576)* se unen de manera que evitan el rebosamiento del agua por efecto de la capilaridad y de los fuertes vientos: tienen varias canales con bordes levantados y ranuras, siendo en unas la junta de encaje *(fig. 577)* y en otras de recubrimiento *(fig. 578)*. Su colocación es por filas horizontales y á juntas encontradas, reteniéndose por medio de los topes ó pitones de su cara inferior en la fábrica del relleno, cuando lo hay entre los cabrios, en listones ó hierros fijados horizontalmente en los cabrios á la distancia conveniente ó en alomados de mezcla. Donde reinan fuertes vientos se aseguran con ligaduras de alambre en los

listones, á cuyo fin llevan por debajo un pitón con un agujero. En la cumbre se emplean tejas especiales *(fig. 579)* ó con su cara superior horizontal y también la llamada *de caperuza* que representa en sección la *fig. 580.*

Empizarrado.—677. Es más ligera la pizarra que la teja pero es más fácil de que el viento la levante, y en caso de incendio salta en pedazos caldentes: su reparación ó conservación es también más difícil.

Se colocan las pizarras por filas horizontales á juntas encontradas *(fig. 581)* cubriendo las superiores de $^1/_4$ á $^1/_3$ á las inferiores según es la pendiente y sujetando con dos clavos cada pizarra á los listones ó hierros dispuestos á nivel sobre los cabrios. Las pizarras más gruesas se destinan á la parte inferior cuidando que todas tengan sus estrías en sentido de la pendiente para que si se rompen queden los pedazos sujetos por los clavos. Cuando las pizarras terminan en pico ó en curva se colocan por filas inclinadas de manera que acudan las gotas de agua al vértice ó punto inferior de la curva y escurran con más facilidad. El clavado expone las pizarras á la rotura cuando las mueve el viento y como las que se reponen no pueden sujetarse más que por un clavo, se ha ideado reemplazar éstos con corchetes, ya de alambre *cr (fig. 582)* que se clavan por su codo *r* en los listones *L* ya de tiras de cinc ó palastro galvanizado *(fig. 583)* cuya cruz *cc* abraza con sus brazos las dos pizarras inferiores sujetándolas al mismo tiempo que las aisla, de modo que la capilaridad no ejerce su acción y es completa la aereación: la renovación de las pizarras rotas es fácil desenganchándolas de abajo arriba y haciéndolas bajar para sacarlas.

En las limastesas y caballetes pueden las pizarras de un lado *B (fig. 584)* montar sobre las del opuesto *A* cuidando de que las primeras defiendan la junta de las lluvias más frecuentes. Se cubren también estas juntas con tejas curvas, pero mejor es cortar las pizarras para que formen la arista y cubrirlas con buen mortero ó con tiras de cinc ó plomo clavadas á la hilera ó tablazón cuyos clavos deben cubrirse con una chapita soldada ó por la otra tira superior. Las tiras se sujetan también con dobles corchetes *(fig. 585)* que se clavan por su medio *m* á la tablazón y sujetan los bordes de las tiras por sus extremos *e.* Los caballetes se disponen y cubren como indican las *figs. 586* y *587.*

Las tejas así como la mezcla que se emplee en estas cubiertas se pintan de negro al óleo y para dar brillo á las tejas se emplea un barniz hecho con $^2/_3$ de polvos de zapatero y $^1/_3$ de brea ó mezcla de pez y sebo que, cuando está seco, se espolvorea con minio fratesando la teja hasta sacarle brillo.

Las pizarras artificiales (**161**) se disponen con su diagonal en

pendiente recubriendo unas á otras de 5 á 7 centímetros y se clavan por sus cantos achaflanados en la tablazón ó enlistonado ó se atan con alambre á los hierros: se fijan además por su extremo inferior con un arpón ó clavo cuya cabeza, que es plana y grande, descansa sobre ella pasando la punta por entre los chaflanes de las pizarras de encima y atravesando la que se trata de asegurar se dobla después hacia abajo.

Revestimientos metálicos.—678. Son de aplicación en obras de importancia por su buen aspecto, impermeabilidad, poco peso y facultad de adaptarse á cualquier forma y pendiente con solo golpearlas en frío excepto las de cinc que por ser muy agrio necesita trabajarse en caliente; pero dejan paso al calor, se contraen grandemente con el frío y se dilatan con el calor formando arrugas que no desaparecen una vez producidas. Se deben evitar pues las soldaduras para que puedan dilatarse y contraerse libremente las hojas metálicas y disponerse sobre tablazón contínua para que no queden su vago en punto alguno favoreciendo así la acción atmosférica. Debe tenerse presente en su colocación que al dilatarse resbalan de arriba abajo y al contrario al contraerse.

Cubiertas de plomo.—679. El plomo ha de ser laminado por su grueso igual y mayores dimensiones aunque está más sujeto á picarse que el colado. Resulta caro por su precio y exigir un grueso de 2 á 4 m/m para resistir á la contracción y dilatación, así como á la debilidad que resulta de la oxidación producida por la humedad del aire, la cual sin embargo la preserva para lo sucesivo. Las hojas se colocan por filas horizontales ó inclinadas en sentido de la pendiente. Para lo primero se clavan á la tablazón por la orilla superior doblando ó *embordando* sus extremos para unirlos *(figura 589)* sin soldarlos y de modo que los vientos dominantes no deshagan la dobladura. La fila superior ha de solapar la inferior unos 10 c/m cubriendo los clavos anteriores de sujeción, y para que el viento no la levante se sujeta de trecho en trecho con unos corchetes de hierro *(fig. 590)* que se clavan por la patilla *a* en los cabrios y retienen con el gancho *g* el borde inferior de las hojas. Se arrollan también los bordes de las hojas *(fig. 591)* para que estén separadas y no suba el agua, sujetando la orilla inferior con manecillas *ac* soldadas en *c* y cuyo extremo *a* entra debajo de la fila anterior *B*. Mejor sistema es embordar las orillas de una hoja con otra *(fig. 592)* reteniendo la inferior por la dobléz *cb* mediante corchetes *ag* dispuestos á trechos los cuales quedan cubiertos por la hoja superior *A* que se dobla hacia abajo. Para colocar las planchas por fajas inclinadas, se clavan por su extremo superior y se cubre esta sujeción con el traslapo de la siguiente embordando los costados de unas fajas con otras *(fig. 589)* cuya unión se asegura

á trechos con corchetes de cinc *(fig. 590)* que se clavan en la tablazón. Este sistema dificulta la renovación de una hoja cuando se deteriora y se hacen las dobleces longitudinales como indica la *figura 594* donde queda resguardada la unión con tapajuntas *aa* haciendo entonces los corchetes de doble gancho *(fig. 595)*. Se emplean también listones *(fig. 596)* contra cuyos costados se doblan los bordes de las hojas cubriendo la unión con una tapajunta *at* que se fija con clavos cuyas cabezas se sueldan para que no dejen paso al agua. Las limatesas y caballetes se disponen del mismo modo ó se cubren las hojas de ambas vertientes con planchas fijadas con clavos que se introducen en agujeros oblongos cubiertos con una chapita que se suelda.

Cubiertas de cinc.—680. Las planchas de cinc se colocan por el sistema de listones inclinados de sección trapezoidal, los cuales no deben ser de roble porque ataca al cinc. Se disponen á trechos debajo de los listones *(fig. 597)* unas grapas ó tiras del mismo metal *bcad* que se doblan para sujetar las hojas y se cubre la unión con tiras de cinc que afectan la forma dibujada en la *figura 598*. Estas tapajuntas se fijan con clavos por su extremidad superior, y para sujetar la que le sigue *(fig. 599)* se sueldan dos tiras de cinc *ac* por su extremo *c* dejando alguna holgura hacia *a* para que pueda entrar debajo de la primera corriéndose de arriba abajo: se embordan también directamente las tapajuntas *(fig. 600)* en las grapas *acb*. Al encontrarse las tapajuntas con el caballete se les suelda una plancha *bc* *(fig. 601)* la cual se cubre con las del caballete, y si es con una pared *(fig. 602)* se sujetan con corchetes *cor* y se cubren luego con tapajuntas de pared *ad* las cuales se introducen en una ranura practicada en ella donde se fijan con cuñas de madera ó clavos rellenándose después con cemento.

681. Si las planchas de cinc son onduladas puede suprimirse la tablazón por la gran rigidez que ofrecen apoyándolas en las correas ó en listones horizontales colocados debajo de la unión ó solapo de unas hojas con otras cuyo traslapo es de 15 c/m. Para que no resbalen se sueldan por debajo unas abrazaderas *ab* *(fig. 603)* en las que abrochan unas manecillas de hierro *mn* clavadas en los listones, y si éstos son hierros *(fig. 604)* se da á la manecilla la forma *prs* para que entrando la abrazadera en el saliente *ar* se doble aquélla por sus extremos *p*, *s* contra el hierro como se indica de puntos. Si el hierro está dispuesto como se indica en la *fig. 605*, se suelda la manecilla *mn* en la plancha por su patilla *m* para que enganche en el hierro *H*. Para formar el caballete se suelda en la extremidad de las planchas *P* *(fig. 606)* una banda de cinc *B* que se dobla por su orilla superior para embordar con la tapajunta *oc* en unión de la banda de la vertiente opuesta.

682. Las tejas de cinc se fabrican de varias formas y tamaños. Las rectangulares *(figs. 607 y 608)* son de recubrimiento ó de traslapo y se fijan por su parte superior en la tablazón ó en listones por medio de clavos ó de corchetes si los listones son hierros: las de encima ó superiores embordan con las de abajo haciéndolas correr de abajo arriba. Las tejas que tienen forma de rombo *(fig. 609)* con dos rebordes contiguos doblados hacia arriba y los opuestos hacia abajo se clavan también por arriba embordando las dobleces de las de abajo con las de encima: para formar el alero se emplean medias tejas *(fig. 610)* dispuestas con las dobleces hacia arriba y para el caballete con ellas hacia abajo *(fig. 611)* sirviendo la doblez *qb*, que se sujeta con grapas á la tablazón, para embordar la tapajunta, la cual abraza también la de la vertiente opuesta.

Se da á las tejas de cinc un color más oscuro pintándolas con una disolución de un kilogramo de lapiz plomo en vinagre, aplicándola en tiempo seco después de expuesta á la intemperie.

Cubiertas de cobre.—683. Por la mayor ductilidad y resistencia puede emplearse el cobre con menos grueso que el cinc y el plomo pero estañándolo cuando es muy delgado porque éste tiene pelos imperceptibles que se abren cuando el metal se contrae.

Las láminas de cobre se colocan como las de cinc ó plomo sujetando el borde inferior con corchetes soldados por debajo de él y que se enganchan en el canto de la hoja precedente. Por sus lados pueden emplearse unas manecillas *M (fig. 612)* clavadas en la tablazón las cuales sujetan los bordes de las hojas cubriéndose la unión con una tapajunta *C*.

Cubiertas de palastro.—684. Antes de emplearlo debe prepararse contra la oxidación templando las hojas al fuego y metiéndolas en un baño de brea, aceite de ballena, asfalto, etc. Después de colocadas pueden pintarse al óleo. Es más común emplear el palastro galvanizado á pesar de que se descascarilla la capa de cinc por efecto de la diferencia de dilatación con el hierro y éste se agujerea.

Las hojas planas se colocan por fajas horizontales ó inclinadas fijándolas por su borde superior con clavos galvanizados y traslapando unas á otras en todas sus uniones además de sujetarse con remaches.

685. El palastro acanalado por su gran rigidez y resistencia puede emplearse sobre correas distantes $2^{m}50$ en recta y hasta 6^{m} si se cimbran, adoptando entonces grandes ondas y remachando unas hojas con otras por sus uniones para que no formen más que una pieza. Se fijan con clavos como las planas ó empleando manecillas *mn (fig. 613)* cuidando de que las uniones longitudinales en sen-

tido de la pendiente sean traslapando una á otra en la parte convexa asegurando la unión con remaches ó pernetes galvanizados.

686. Se emplean también para cubiertas las tejas de palastro galvanizado de forma estríada que se dispone en sentido de la pendiente traslapando unas á otras y enganchándolas en listones horizontales, mediante unos corchetes que tienen en su cara inferior.

Cubiertas de hoja de lata.—687. Cuando por su brillantez convenga emplear la lata á pesar de su pronta oxidación, se debe clavar por su borde superior y embordarla por los costados con las adyacentes sujetando la orilla inferior que traslapa con corchetes como el de la *fig. 614.*

Tejas de fundición.—688. En casos excepcionales pueden emplearse dándoles la forma de las mecánicas de barro. Además de su gran peso resultan casi todas alabeadas y el agua penetra por sus uniones.

Cubiertas de madera y otras vegetales.—689. Las tablas estrechas para que no se alabeen y cortadas en trozos de $0^{m}22$ á $0^{m}30$ de longitud se emplean clavándolas con un solo clavo por la parte superior y por filas horizontales poniendo su longitud en sentido de la pendiente y traslapando una mitad. Deben tener una inclinación de 45 grados para que den buen resultado.

Las tablas con toda su longitud se colocan unas junto á otras en sentido de la pendiente *(fig. 588)* cubriendo las juntas con listones *aa* ó disponiéndolas de manera que las unas cubran por sus bordes á los de las inferiores como se ve en *bb.*

El revestimiento de tablas se hace lo más comúnmente por filas horizontales en sentido de su longitud montando las superiores sobre las inferiores (*fig. 167* C) y cubriendo las juntas de empalme con listones para que no penetre por ellas el agua, lo que no se evita porque las tablas se alabean con las variaciones atmosféricas. Se procura evitarlo haciendo en los cabrios el escalonado (D) cubriendo las juntas con listones también adentellados que deben fijarse con grandes clavos para que lleguen al cabrio.

Esta clase de cubierta solo es aplicable en el Mediodía para obras provisionales pues se alabea y abre la madera aun pintándola al óleo ó embreándola: también se la cubre de tela ó lona de poco grueso (**242**) doblando sus bordes, ó de cartón embreado recubriéndolos; y en ambos casos se sujetan con clavos.

690. La paja, la retama, la juncia y otras plantas análogas sirven en construcciones rústicas atadas por manojos por la parte gruesa á listones horizontales. En climas tropicales se construyen con mucha regularidad y solidez por la abundancia de plantas apropósito.

Cubiertas abrigadas.—691. Se intercepta el paso del calor y del frío á través de una techumbre cerrando el espacio comprendido por el espesor de los cabrios ó de las correas, con un entablado que se clava en su cara inferior y rellenando el hueco resultante con serrín, paja ó yerba seca que debe procurarse que no pueda resbalar ó correrse hacia abajo si la cubierta está sujeta á la trepidación como en ciertos talleres. Mejor sistema es formar un cielo raso en que entre mortero y tender una tortada de barro ú otra mezcla que no deje paso al aire, estableciéndose de este modo con el hueco una incomunicación entre el exterior y el interior del edificio. Las vidrieras que sirven de cubierta deben ser dobles.

Cubiertas de telas ó cartones impermeables.—692. Estos materiales (242) se disponen sobre tablazón unida ó sobre listones que se separan más ó menos según es la resistencia de la tela ó cartón para conservarse plana sin combarse ó encorvarse pues esto retendría la lluvia y pudiera producir goteras.

Las telas ó cartones se colocan en dirección de la pendiente de la cubierta ó en filas horizontales fijándolas con clavos de ancha cabeza por una de sus orillas ó bordes sobre las tablas ó listones y cubriendo las de unas con las de otras en una anchura de 5 c/m por lo menos: se procura que las hojas queden bien estiradas y se pegan las uniones ó traslapos, con barniz ó con color que los mismos fabricantes del material proporcionan. Ultimamente se acostumbra pintar todo el revestimiento, cuya pintura conviene renovar de tiempo en tiempo.

Los cartones en forma de canal y cobija llamados irrompibles se colocan por filas horizontales á partir del alero y se cubren unas á otras las aletas de sus costados, clavándose por su borde superior en la tablazón ó en el enlistonado.

693. Se aplica esta clase de revestimientos donde se desea la impermeabilidad con poco gasto y no se exija gran duración. Para depósitos de materias explosivas no ofrecen el peligro de explosión sujetándolas en este caso con clavos que no puedan producir chispas.

Las telas ó lonas impermeables de poco grueso se emplean debajo de otros revestimientos de teja ó pizarra cuando se desea prevenir la construcción de una rotura accidental que pudiera dar paso á la lluvia; y en las cubiertas metálicas para preservar el interior de la acción del calor ó del frío.

ARTÍCULO IX

De las cubiertas sobre bóvedas y de las azoteas.

Cubiertas de bóvedas y arcos.—694. Se ha explicado (**508**) la forma que se da al trasdós de las bóvedas para que escurra las aguas pluviales; pero cuando se ha de evitar el empuje que produce el trasdoseado, se construyen tabiques verticales *acd, dco (figura 615)* que terminan con la pendiente *ce* salvando la distancia de unos á otros con bovedillas como las de los suelos: en caso de haber altura bastante *(fig. 616)* se establece sobre la clave una galería *A* que sirve para practicar registros ó reconocimientos.

Las cúpulas se forman de dos bóvedas *(fig. 617)*, la exterior denominada *domo* sobre la cual se construye la cubierta y la interior separada de ella para que esté libre de humedades pues que recibe la pintura y ornamentación.

En ciertos casos, la cubierta se forma con arcos de fábrica *A*, *(fig. 618)* que se unen por sus vértices con arcos adintelados ó muy rebajados *D*, cubriendo el resto del espacio con losas *or* ó con bóvedas tabicadas en bajada y de poca flecha.

Sobre bóvedas de grandes dimensiones, la armadura de cubierta se dispone con cerchones ó cuchillos poligonales adaptados á la curva del trasdós, sobre el que pocas veces pueden apoyar. Cuando las bóvedas tienen suficiente resistencia, los cuchillos apoyan por medio de jabalcones dispuestos como puntales los cuales deben descansar sobre una base ancha.

Si se da al trasdós de las bóvedas la inclinación que ha de tener la cubierta, el revestimiento puede hacerse de teja ó como los suelos. En este caso debe esperarse á que la bóveda haya hecho todo su asiento y si no es posible la demora, se cuida de repasarla después que lo haya verificado. El solado se sienta sobre una buena capa de hormigón, que conviene sea hidráulico, tomando las juntas en todo caso con cemento, las cuales han de ser anchas para que éste pueda penetrar bien y no dejar huecos ó espacios por rellenar que pudieran dar paso á las aguas. Si se emplean losas para solar, puede hacerse un escalonado labrando las juntas del mismo como se indica en la *fig. 619* para que el agua no pueda retroceder y disponiendo debajo de las juntas inclinadas unas canalitas *ca* que conduzcan á la canal *c* las aguas que se filtren ó haciendo un alomado por encima que cubra dichas juntas.

Azoteas.—695. La poca pendiente de estos pisos al aire libre (**579**) y la imposibilidad de traslapar los materiales del solado

porque embarazarían el uso de la azotea, hacen muy difícil conseguir la impermeabilidad, y si además la azotea no está bañada por el sol, se reconcentra la humedad en el solado, la cual, no pudiendo evaporarse, cría un moho que ensancha los poros de los materiales y los hace esponjosos.

Los revestimientos planos de las bóvedas que se acaban de indicar y los pisos de cemento armado pueden servir de azoteas dándoles su inclinación.

En las azoteas sobre entramados debe tenerse presente que la madera y el hierro se pandean con el peso constante y sufren dilataciones y contracciones con las variaciones atmosféricas que producen movimientos los cuales desunen los solados agrietándolos y por lo tanto dando paso al agua.

Enladrillado ó embaldosado de azoteas.—696. Comunmente sobre un solado ordinario se establece otro á juntas encontradas con él sobre una tortada de mezcla hidráulica tomando después las juntas, que han de ser anchas, con cemento ó con mastic resinoso (**134**). Los ladrillos ó baldosas han de estar bien cocidos y de superficie áspera por su cara inferior. A este solado conviene darle un baño de cemento ó extender sobre él una capa de mortero de cemento y aun del común si éste es bueno alisándolo entonces constantemente hasta que se seca.

Sobre un solado común se sientan también á torta de lomo filas de tejas juntas unas á otras formando canales como en un tejado, encima de las cuales se colocan ladrillos para recibir el solado que se sienta como en el caso anterior.

En el Mediodía de España, sobre el enladrillado dispuesto encima de los maderos de suelo ó enlistonado, se echa una capa de alcatifa ó escombros y se hace un solado de ladrillo, el cual sirve de lecho para extender la tortada de mezcla que recibe el embaldosado de la azotea cuyas juntas se toman perfectamente.

En Cádiz sobre el enlistonado se colocan baldosas ó ladrillos cuya cara inferior es mayor que la superior y se tiende encima una tongada de buen mortero ordinario que no tiene la rigidez del hidráulico y se amolda sin romperse á los movimientos del entramado. Sobre esta capa se echan otras delgadas de barro ligeramente apisonadas hasta un espesor de 8 á 10 c/m y se sienta el solado empleando mortero hidráulico. El barro, que no ha de ser demasiado arcilloso, se hincha con la humedad no dejando paso á las filtraciones y con su elasticidad se acomoda á los movimientos del entramado conservando el solado su rigidez. Este no debe construirse hasta que la madera haya hecho su asiento con la carga de las demás capas.

697. En las azoteas, sobre madera especialmente, se abre una

grieta en su unión con las paredes que la limitan á consecuencia del asiento de la obra y para impedir que el agua pase por ella se dispone una fila de ladrillos llamada *zabaleta (fig. 620)* que unas veces se coloca de plano embutiendo en el muro la mitad de su anchura como en *A* y otras se pone de canto formando un ligero talud como en *B*.

Azotea de ladrillo tabicado.—698. Con una mezcla de una parte de cemento y tres de arena se han construído azoteas sobre viguería formándolas de dos ó más capas de ladrillo sobrepuestas, la primera con las filas oblicuas á las viguetas y las siguientes á juntas encontradas unas con otras. Se dispone para ello un tablero inferior sobre el que se extiende arena y encima se coloca en seco la primera hilada de ladrillos, que han de ser delgados, sentando las demás sobre una tortada de mezcla. Quitado el tablero se toman las juntas de los ladrillos con cemento. Si la viguería se quiere disponer horizontal, se forma la inclinación de la azotea con ladrillos de canto sentados con mezcla sobre las cabezas de las viguetas y cortados á la medida que pida dicha pendiente.

Azoteas de suelo metálico.—699. Si se emplea plomo, se hace un solado de ladrillo sobre la tablazón dividiéndolo en fajas horizontales del ancho de las hojas separándolas por listones clavados que sobresalen para tender una capa de arena. Las planchas se fijan por su borde superior con clavos de cinc en los listones dejándoles una pestaña para embordar con la orilla inferior de la hoja superior. Para dar juego á las planchas en sentido transversal se hacen alargados los agujeros y se emplean clavos de cabeza ancha.

Los listones y las planchas se disponen también formando cuadros cuya diagonal está en la máxima pendiente y las planchas se clavan por los bordes del ángulo superior embordando el inferior como en el caso anterior.

700. Para cubrirla de cinc, se divide la azotea en zonas inclinadas separadas cada dos hojas por canalitas de madera *(fig. 621)* de 5 c/m de anchura que vierten en la canal maestra y se revisten de hojas de cinc, las cuales se doblan hacia dentro por sus bordes para sujetarlas á trechos con corchetes clavados en la tablazón y embordar con las planchas del solado las cuales por la orilla opuesta se embordan con las inmediatas soldándolas además. La reguera de cinc termina según demuestra la *fig. 622* á fin de que la extremidad superior *A* se fije en la pared como en las cubiertas metálicas y emborde por la parte inferior *B* en la canal maestra. Las uniones ó juntas en las canalitas se disponen también del modo que aparece en la *fig. 623* clavando en la tablazón la hoja que forma la reguera y embordando sobre ella las planchas del revestido.

Si la azotea es de reducidas dimensiones pueden soldarse las planchas entre sí dándoles juego por sus orillas embordándolas en la canal maestra y disponiendo su encuentro con las paredes como indica la *fig. 601.* Si la azotea se halla desamparada de los vientos hay que soldar en la cara inferior de las planchas unas abrazaderas *aa (fig. 624)* en las que entren unas manecillas *mn* clavadas á la tablazón *T*, en la que pueden embutirse para que no produzcan un bulto en las planchas.

Empleo del asfalto en azoteas.—701. Para ello se embrea ó pinta la tablazón y se extiende una capa de hormigón de 5 c/m ó se hace un enladrillado tomando las juntas con mastic asfáltico. Se coloca una lona bien tirante que se clava en dichas juntas y se echa encima la capa de asfalto de 6 m/m por fajas de 50 á 60 c/m de anchura y luego otra en sentido contrario de 4 m/m de espesor sobre la cual se espolvorea con arena de grano fino.

Pensiles ó jardines en azoteas.—702. Exigen un suelo de envigado resistente y revestimiento impermeable con fácil salida á las aguas filtradas por la tierra que cría las plantas del jardín.

Encima de un solado impermeable como de azotea se acostumbra extender una capa de arena fina que recibe hojas sobrepuestas á juntas encontradas de un papel grueso impregnado de alquitrán y sobre ellas se hace otra cama de arena cubierta por una capa de cemento que sirve de lecho á la tierra vegetal.

Por otro procedimiento se establece un suelo forjado con hormigón hidráulico, dándole la pendiente con escorias de hierro amasadas con cemento y encima se tiende un lecho de arena fina que se cubre con una capa de hormigón hidráulico hecho de piedra menuda.

ARTÍCULO X

Obras complementarias de cubiertas.

Aleros.—703. Esta parte inferior de una cubierta llamada también *rafe* que sobresale ó vuela fuera del edificio para despedir las aguas se llama *corrido* cuando los cabrios son los que la forman y de *mesilla* cuando las cabezas de ellos quedan ocultas por una cornisa.

En el alero corrido, el revestimiento de la cubierta vuela unos 10 c/m fuera de las cabezas de los cabrios las cuales se recortan ó molduran y algunas veces se apoyan en jabalcones *J (fig. 123)* cuando se quiere defender de las lluvias las fachadas ó formar un

cobertizo. Si el revestimiento de la cubierta es metálico embordan las planchas por lo general en una tira de cinc ó plomo *at (figura 625)* que se clava en las cabezas de los cabrios y se recorta en forma de guardamalleta.

Para que el agua vierta lejos del pie de las fachadas se acostumbra levantar las boquillas de las tejas ó la arista del alero empleando una media tabla serrada en diagonal ó á corte de berengena *ac (fig. 416)* ó un hierro más grueso. Si los cabrios ó contrapares no alcanzan á volar fuera de la pared *(fig. 409)* se disponen falsos cabrios ó ristreles *rs* para formar una superficie curva indicada de puntos que se llama *silla.*

704. Los aleros de mesilla, cuando son de fábrica, se hacen como cuerpos volados (**317, 433**) y si son de madera se forman con piezas salientes ó *canes nc (fig. 626)* que se fijan con la solera *s* sirviéndole de nudillos ó se aseguran con grapas *ng* en la fábrica ó por ensamble á tenaza con los tirantes ó maderos de suelo siendo su prolongación. Entre estos canes se disponen las tabicas de madera *sa* si no se rellenan de fábrica y luego se clava la carrera de tabla *sc.* Se apean los canes, cuando tienen mucho vuelo, con jabalcones ó con ménsulas ó cartelas que algunas veces se hacen de tabla recortada y calada.

Canales maestras.—705. Son las destinadas á recoger las aguas de una cubierta para darles salida de trecho en trecho por canalones ó gárgolas de mucha salida ó mejor por tubos verticales de bajada. Se les da una pendiente de 2 á 10 por 100 hacia estos desagües ya levantando uno de sus extremos, ya llevando éste hacia la cumbre de la cubierta para conseguir el desnivel según las líneas *xd, xb (fig. 369).*

Las canales maestras cuando el alero es corrido, se hacen de plomo, cinc, palastro galvanizado ú hoja de lata, fijándolas ó colgándolas de las cabezas de los cabrios como detalla la *fig. 581.* En aleros de poco vuelo de cubiertas poco importantes se sostienen por alcayatones que tienen en su cabeza un hierro curvo que las recibe; y para evitar que se abran con el peso del agua se unen los bordes de trecho en trecho por tirantillas que se sueldan á ellos. Si el revestimiento de la cubierta es metálico *(fig. 591),* las planchas del alero se doblan con el borde de la canal *C.*

706. Cuando las cornisas de sillería sirven para canales maestras se forman éstas de la misma piedra *(fig. 95)* tomando las juntas con betún ó cemento y si son de otra fábrica se hace la canal de tejas vidriadas con grandes traslapos sentándolas á baño de mortero. Se hace también la canal de hormigón hidráulico fabricándola por trozos en el taller ó en la misma cornisa. Para ello se forma en la fábrica de ésta una caja de sección rectangular *accb*

(fig. 627), en cuyo fondo *cc* se extiende una capa de hormigón de 5 c/m y se coloca luego encima un alma cilíndrica de madera *S* que se unta con jabón y aceite, rellenándose después de hormigón el espacio restante de la caja: cuando la mezcla empieza á endurecer se da vueltas al alma *S* para desprenderla del mortero, y se alisa la canal ya formada con un guijarro. Todos estos medios no evitan, sin embargo, que cuando hace asiento la obra, se abran grietas que dan paso al agua.

707. Lo más general es emplear una canal de cinc, plomo ú hoja de lata *(fig. 628)* cuidando de que monte sobre ella el revestimiento *rv* de la cubierta y que por la parte de afuera se defienda también con planchas el vivo *u* de la cornisa especialmente si se emplea yeso; asegurándolas con manecillas clavadas en la cornisa si se teme que puedan levantarlas los vientos. Se hace también la canal independiente *(fig. 629)* cubriendo la coronación con planchas *ac* que se doblan con el borde *a* cuyas planchas pueden defender además el vivo *n* de la cornisa. La canal no debe colocarse hasta que la fábrica no esté seca, especialmente si aquella es de cinc porque la humedad de la cal lo deteriora. En todo caso, el borde exterior *a* de la canal debe estar más bajo que el interior *b*, á fin de que, si se llena de agua la canal, vierta hacia fuera y no se filtre ó penetre en el interior de la pared ó del edificio.

La canal metálica se dispone también dentro de otra de madera que forma una cornisa *(fig. 626)* y en la cual se sujeta de trecho en trecho por medio de manecillas *(fig. 630)* que se sueldan por el extremo *om* en el fondo de la canal y entran por el otro en abrazaderas *aa* clavadas á la madera de debajo. La canal maestra tambien se forma de hojas de palastro que se unen con cantoneras de hierro para formar los ángulos tomando después las juntas con betún ó masilla de vidrieros para que no se filtre el agua. Las canales tanto metálicas como de madera se sostienen á trechos por cartelas, las cuales pueden aprovecharse para dar salida ó desaguar la canal dándoles la forma y sección conveniente al objeto.

En todos estos casos, la canal metálica debe tener libres sus movimientos de dilatación y contracción. Los trozos de canal que deben empalmar en los puntos altos ó sea en los cambios de pendiente se unen por una *junta de dilatación* *(fig. 631)* la cual se forma cerrando los dos extremos de la canal con planchas *ac* cuyos cantos superiores se doblan para embordar con ellos la tapajunta *or* dejando entre dichas planchas el hueco suficiente para la dilatación.

Esta clase de canales así como las formadas de palastro y cantoneras cuando son resistentes, se aprovechan algunas veces como

carreras que se disponen sobre postes ó columnas para apoyar en ellas los cabrios.

708. Para colocar las canales en las limas hoyas y encuentro de cubiertas, se levantan ó hacen más altos los listones laterales ó la tablazón, á fin de que vuelen sobre ellas las tejas ó planchas de revestimiento. Se hace la canal de teja vidriada ó de planchas como para los aleros. Cuando el revestimiento es metálico, se dispone la canal dentro de otra de madera ó se emborda la orilla de las planchas con los bordes de la canal, dando á ésta gran anchura si la limahoya tiene poca pendiente para que las aguas no rebosen.

709. En países donde nieva mucho, la canal debe ser ancha y protejerse con una rejilla donde se detenga y deje pasar la que se derrita evitando así que se obstruya la canal ó sus desagües.

Canalones.—710. El desagüe de las canales maestras ó de las cubiertas, que antiguamente se hacía por górgolas de piedra y después por canalones de metal, son solo usadas hoy en casos excepcionales. Se les da la forma cónica ó de cuerno de vaca terminando en pico de flauta y se colocan normales á la canal maestra con una ligera inclinación hacia fuera soldándose á los bordes del agujero que se practica en el fondo de dicha canal. Esta unión se sostiene, cuando la canal maestra es volada, por alcayatones de horquilla.

Tubos de bajada de aguas.—711. El desagüe de la canal maestra se verifica hoy mediante tubos verticales que se empotran en el grueso de la fachada ó se arriman á ella teniendo su salida por el pie de la pared y mejor por debajo de las aceras ó en el alcantarillado ó acometimiento de la casa donde existe. Su diámetro interior varía entre 8 y 11 c/m para bajada de 200 á 500 litros de agua por minuto dándoles 13 para 800 litros y 16 para 1000.

Los tubos de bajada se forman con *arcaduces (fig. 634)* cuyos enchufes, es decir la parte en que los unos entran en los otros, se cogen con betún de fontanero ó zulaque (**134**). Se emplean los *codos ó codillos (fig. 635)* para los ángulos y se colocan unos y otros de manera que el agua siga la dirección de las flechas. Se forman también estos caños al ejecutar la pared empleando ladrillos adhoc *(figs. 636 y 637)* pero cuidando de revestir el interior con buen mortero hidráulico y alisarlo bien para que escurran las aguas y no haya filtraciones. La dificultad de conseguir la completa impermeabilidad hace que se empleen principalmente tubos de hierro fundido, de cinc ó de palastro galvanizado que enchufan unos en otros y se sueldan colocándolos en cajas abiertas de arriba abajo en el paramento exterior de la fachada. Se sujetan á trechos por clavos de horquilla *(fig. 638)* ó por grapas *gar (fig. 639)* y se ocultan generalmente con un panderete y hasta con una plancha

de hierro encajada en un marco para poderla quitar ó abrir si hay necesidad.

El desagüe de los tubos por su parte inferior se verifica por un codo cuya salida enrasa con el paramento de la pared ó forma una salida llamada delfín. La salida por debajo de la acera se efectúa por el llamado *canalón de acera* que tiene la sección cuadrada y enrasa con aquélla presentando estríada su cara superior para que no sea resbaladiza. Se hace también á las losas de la acera una canal que se tapa con una placa de hierro la cual se levanta para poder limpiar el desagüe.

712. Se aprovechan para bajada de aguas en algunos casos las cartelas donde apoyan las canales maestras, los jabalcones de los cobertizos y las columnas que sostienen una techumbre. El capitel de éstas por su forma sirve de embudo revistiéndolo interiormente de cinc ó plomo si no es liso y lo mismo puede hacerse hasta su desagüe el cual debe ser por un costado de la columna para que no llegue al cimiento. En climas muy fríos es necesario el tubo interior de plomo de menor diámetro que el interior de la columna para evitar los riesgos de una ruptura si el agua se hiela.

Áticos y balaustradas.—713. Unos y otros ocultan las cubiertas y descansan sobre un zócalo rematando en una *mesilla* ó pasamanos, siendo macizo el cuerpo intermedio en los áticos y calado en los antepechos.

Los áticos se construyen generalmente de fábrica y algunas veces de barro cocido que puede ser como indica la *fig. 640*, asegurándose por medio de un hierro que se acodilla por su parte inferior *dab* para entrar en la fábrica de la cornisa y encaja su brazo vertical *bc* en ranuras dispuestas en los planos de junta de las piezas de barro que componen el ático.

Los áticos se hacen también de madera sujetándolos de trecho en trecho por hierros acodillados como en el caso anterior: su borde superior se resguarda de la lluvia con planchas que embordan generalmente con la canal maestra del modo indicado en *a (fig. 629)*.

714. Las balaustradas pueden ser de sillería, de barro cocido y de fundición. Los balaustres de esta clase terminan en espigas que entran en el zócalo y en el barandal superior ó pasamanos y los de barro se aseguran por un eje de hierro ó de madera que sobresale por sus extremos, debiendo rellenarse de mezcla el hueco interior para su mayor resistencia. Si el pasamano es de sillería se hace la unión de sus piezas sobre los balaustres y se verifica á junta quebrada *(fig. 103)* ó endentando unas en otras *(fig. 104)* en caso de que sea temible la fuerza de los vientos. La cara superior del pasamanos se hace alomada ó con vertientes á los lados cu-

»riéndola de cinc ó plomo si se construye con yeso: para esto se su-etan estas hojas, se clavan á trechos ó se encarcelan por ambos ados de dicha cara unas manecillas de cinc que doblándose fijan as planchas cuyos bordes se arrollan hacia dentro contra el ba-'andal.

Cresterías ó coronamientos.—715. Las antefijas ó adornos verticales colocados sobre las cobijas del alero así como las cres-;erías ó coronamientos con que rematan las cubiertas se hacen co-nunmente de barro cocido ó de cinc, y muy raras veces de piedra ıatural ó artificial á base de cal ó cemento.

Las antefijas se moldean con una base curva que se adapta á a de la teja la cual monta sobre ellas para sujetarlas cogiendo la unta con mortero.

En las cresterías que se colocan sobre las cornisas ó sobre los ;aballetes ó limitando los muros testeros ó frontis, se procura su-etar sus piezas con hierros adecuados que las reciben con mezcla y se empotran por su pie en la fábrica. En la dibujada en la *figu-ra 641* que es de barro cocido, se amolda su base al caballete en-;hufando unas piezas con otras por sus extremos y uniéndose sus untas verticales por medio de tacos introducidos en el hueco *N*, os cuales se traban con cemento. Los adornos que se elevan como ıgujas y se forman de piezas diferentes deben enchufar unas en otras y mantenerse unidas por una varilla de hierro que se intro-luce en ellas y se asegura por su pie en la fábrica rellenándose el ıueco con cemento ó buena mezcla. Las cresterías de hierro cola-lo y de cinc estampado se colocan valiéndose de armaduras de hierro que se fijan en la de la cubierta cuando van en la cumbre ó en la fábrica del ático si lo han de adornar.

716. El *remate* con que terminan las cubiertas de forma re-gular indicando generalmente su destino como las veletas, se fijan en un taco de madera empotrado sólidamente en la cumbre ó en la cabeza del pendolón por medio de una larga espiga que tiene la parte inferior de dicho remate, defendiendo su entrada con una plancha ó sombrerete soldado á la espiga para que el agua no pe-netre por el agujero. Las veletas están formadas de un eje ó barra vertical cónica con un muñón en su extremo superior donde gira con holgura la flecha que al efecto tiene en su punto medio un ojo circular.

Pasos de registro.—717. La reparación de las cubiertas exi-ge que se dejen salidas á ellas por medio de buhardas ó gateras así como subidas hasta los caballetes en los que deben establecer-se andenes. Cuando hay paredes apiñonadas ó que terminan con la pendiente de la cubierta, su coronación sirve de subida haciéndola escalonada si la inclinación es mayor de 33 por 100.

En cubiertas de poca pendiente puede marcharse sobre ellas si el revestimiento tiene resistencia, y si no, levantando las tejas; pero en las que son muy inclinadas hay que establecer escaleras que pueden formarse con escuadras de hierro *esc (fig. 642)* sobre las que se fija una rejilla: las escuadras se atornillan por sus extremidades acodilladas al efecto en listones *ab* tendidos sobre la cubierta de modo que pueden quitarse y ponerse aisladamente. Se hacen también de cinc ó hierro fundido *(fig. 643)* con su cara superior estríada y de forma parecida á las tejas mecánicas planas para encajar en ellas. En cubiertas de fuerte pendiente se fijan garfios de amarre *G (fig. 644)* donde colgar las escalas de mano para el trabajo. Para limpiar las vidrieras en las cubiertas á diente de sierra, se fijan con roblones unos pescantes ó planchas *ac (fig. 645)* con un agujero *a* para colocar de unos á otros unas barras donde enganchar las escalas de mano. En algunos casos, será necesaria una barandilla fijando los pies de los balaustres *B (fig. 643)* en los cabrios ó pares ó en el forjado y para que el agua no penetre por el agujero se debe disponer un sombrerete *S* soldado al balaustre *B* que por su forma cónica defiende el agujero y despide de él las aguas.

718. Los andenes ó pasos, cuando las paredes forman cumbre son los solados horizontales que las coronan ó rematan y lo mismo puede hacerse si la armadura tiene resistencia. Cuando no, se macizan ó sientan á lomo cerrado las tejas de la cumbre y sus contiguas y si las tejas son mecánicas se emplean las que tienen horizontal y estríada su cara superior, las cuales se macizan igualmente. Se hacen también los pasos sobre postecillos ó hierros arqueados *A, A (fig. 646)* que se fijan por su pie en los cabrios ó pares y cuyas cabezas se unen por barras *bb* donde se aseguran con pernos ó roblones las planchas ó palastros que sirven de piso. Los postecillos verticales deberán tener planchuelas sombreretes en su parte inferior que no dejen paso á la lluvia como en las barandillas.

CAPÍTULO VI.

Escaleras y elevadores.

ARTÍCULO I.

De las escaleras en general.

Clases de escaleras y formación de peldaños—719. En los edificios, las escaleras son *principales* y *excusadas* ó *de servicio* habiéndolas también *secretas* las cuales cuando se disponen en el grueso de una pared se denominan *hurtadas*.

Toman el nombre de *graderías* ó *escalinatas* cuando tienen por objeto salvar el desnivel entre el terreno y el piso bajo de un edificio ó pasar de una calle ó paseo á otro más elevado.

720. Las escaleras se forman de peldaños, gradas ó escalones y éstos se componen cada uno de un plano horizontal ó *huella* y de otro vertical denominado *tabica* ó *contrapeldaño* que marca la altura.

Disposiciones diversas de escaleras.—721. Pueden hacerse de un solo *tiro* ó *tramo* cuando es poca la altura que ha de salvarse como lo general de las graderías: en los edificios, la altura de los pisos exige que se hagan varios tramos separados por mesas, mesillas, descansos ó rellanos donde puedan reponerse los que se fatiguen ó detenerse los objetos que vengan rodando de arriba, cuyos descansos deben tener cuando menos $0^{m}90$ de línea para que pueda darse en ellos un paso. Los tramos no deben tener más de once escalones siendo conveniente además que no sigan la misma dirección recta sino que formen ángulo.

722. Las escalinatas *(fig. 647)* tienen unas veces peldaños por sus tres lados *A, B, C,* y otras están limitadas lateralmente por muros de poca altura *ba (fig. 648)* que sirven de zócalo á una barandilla ó antepecho. También se disponen dos subidas laterales á las cuales se da muchas veces forma curva ó de herradura y hasta se hacen curvas las aristas de los escalones *(fig. 649)*. En todos casos terminan en una meseta *M,* que en edificios suntuosos es el *atrio*.

723. En un edificio, si es poco importante, se superponen algunas veces los tramos unos sobre otros desarrollándose la escale-

ra contra una pared ó entre dos paralelas cuya separación es la anchura de la escalera. Lo general sin embargo, es disponerla en un espacio más ó menos regular llamado *caja*.

Se establecen las *de ida* y *vuelta (fig. 650)* con un primer tramo ó ida *ad*, *a'd'* que parte del punto de embarque *A*, *A'* subiendo á la meseta *B*, *B'* y de aquí parte otro tramo de vuelta *de*, *d'e'* llegando á la mesilla *e'h'*, que generalmente es de desembarque y tiene la entrada á las habitaciones, las cuales deben estar al mismo nivel: ambas mesillas se denominan *corridas* porque están entre dos tramos paralelos. La escalera se llama *imperial (fig. 651)* y es de ida y doble vuelta (*A*) ó de doble ida y vuelta (*B*) estando separados los tramos por mesillas corridas *M*, *M*.

724. Siempre que es posible, se deja entre los tramos un espacio *L (fig. 652)* que se llama *luz* de la escalera porque dá paso á la que ha de alumbrarla y sirve además para facilitar el desarrollo ó el tiro de la escalera á lo largo de las paredes de la caja. Esta clase de escaleras llamadas *de ojo* tienen sus descansos *D*, *D* cuadriláteros, cuyos ángulos *a*, *c*, se procura redondear ó achaflanar cuando son muy agudos y especialmente si la caja es triangular *(fig. 653)* en cuyo caso se compone de tramos rectos *A* y curvos *B*.

La escalera *de abanico (fig. 654)* tiene un ojo circular *O* que se procura agrandar lo posible para que la diferencia de anchura en las huellas sea menos perceptible. La llamada *espiral (fig. 655)* afecta la figura de una S y la de *caracol (fig. 656)* tiene su caja circular ó cuadrada siendo *de ojo* cuando tienen hueco el espacio circular interior *A* y *de árbol* si es macizo el cual se llama también *nabo* y *espigón*. El caracol se hace también de doble alma ú ojo *A*, *A*, *(fig. 657)* unidos por un tramo recto ó combinado con ellos *(fig. 658)*: á veces se disponen en forma de ocho *(fig. 659)* cuyos tramos se cruzan y permiten ganar mucha altura. Del mismo modo se hacen escaleras múltiples, es decir, más de una en la misma caja, siendo preciso para ello que en las revoluciones superpuestas, los pisos tengan gran altura para que puedan entrar en ella las de los dos tramos mas el grueso de la escalera. Aunque atrevidas y de bello aspecto son incómodas y peligrosas todas estas escaleras y solo deben adoptarse donde haya poco espacio disponible.

725. Se llama *de repetición* la escalera que está dividida en dos *(fig. 660)* con peldaños de doble altura que la ordinaria pero correspondiéndose las huellas de los unos con la semialtura de los otros de modo que para subir ó bajar se pone un pie en el escalón *A* y otro en el *B* sin más esfuerzo que el empleado en una escalera ordinaria. Se disponen también como indica la *fig. 661* y cuando han de cruzarse dos personas se divide la anchura de la esca-

lera en tres partes sirviendo la central, que tiene doble anchura que las laterales, lo mismo para el que sube como para el que baja. Son muy expuestas á accidentes y solo en casos especiales pueden adoptarse cuando haya poco terreno disponible.

Proporciones de los peldaños.—726. En las graderías se da un ancho de 0^m40 á 0^m50 á la huella separándolas por una altura de 0^m20 á 0^m15. Para los edificios se relaciona el ancho y alto de los peldaños estableciendo la igualdad, $2\,a + b = 0^m65$ que es el paso ordinario, donde a representa la altura y h el ancho de la huella. También se prescribe que la suma de la altura y de la huella sea de 0^m487 á 0'496. De todos modos, el ancho no debe ser menor de 0^m25 y la altura se comprende entre 0^m15 y 0^m20 pues con mayor altura la subida es penosa y en la bajada no conserva la pierna bastante fuerza de equilibrio y se dobla bajo el peso del cuerpo. Conviene también hacer tanto menor la altura de cada peldaño cuanto mayor sea la total que debe salvarse. Cuando es difícil aproximarse á la proporción dicha, se retira la tabica haciendo saliente la huella ó sea la arista ó borde de los peldaños, la cual en todos casos es una moldura.

Reglas para trazar una escalera.—727. La arista ó borde de los peldaños en los tramos rectos se hace paralela á los lados de la caja si es paralelográmica como se ve en la *fig. 650* y perpendicular á la línea del ojo si la caja es irregular *(fig. 662)* dejando la diferencia para las mesetas *M, M.*

En las escaleras desarrolladas en curva, las aristas de los peldaños toman la dirección de los radios.

728. Si se redondean los ángulos del ojo de una escalera, el radio de curvatura debe tener cuando menos 40 c/m y los peldaños correspondientes á la curva se trazan por el sistema de *compensación ó falseo (fig. 663)*, para lo cual se toman las distancias *be, bd* iguales á vez y media el ancho de los peldaños y levantando perpendiculares en sus extremos se encontrará el centro *c* de la curva *d 3 5 e* que se dividirá en un número de partes igual al doble del de los peldaños que se falsean y el ancho de éstos en la curva estará fijado por los puntos impares de división 1.. 3.. 5.. 7: se prolongará el radio c 3 hasta *n* y llevando la distancia n 3 desde *n* á *x* se trazarán las perpendiculares *xz, 3z* cuyo encuentro *z* dará el centro del arco *x 3* que ha de presentar el borde del peldaño ó descanso *M.* Del mismo modo se hará el falseo del peldaño *D* y análogamente los siguientes *E, F.*

Cuando hay necesidad de disponer peldaños donde debieran establecerse descansos *(fig. 664)*, se empieza trazando por el medio de la escalera las líneas *1x, xx* y tangente á ellas un cuarto de círculo haciendo centro en el de la curva *ac* con lo que se obten-

drá la línea del *paso medio 1..4..6..12* en la que se marcará el ancho de las huellas, que ha de ser igual en esta línea. Se tirarán perpendiculares á las líneas *bc, ad*, excepto en las huellas de la vuelta, y la curva *ac* se dividirá en seis partes por cuyas divisiones y los puntos del paso medio se trazarán las huellas *5* á *9*. Para las *4* y *10* se tomará la cuarta parte *co* de *c* á *g* y dará la huella *4*, y la *ap* de *a* á *q* marcará la huella *10*.

Otro procedimiento para compensar una escalera de ida y vuelta, cuyos dos tramos se han de unir por otro curvo, es el indicado en la *fig. 665*. Una vez fijada la línea del paso medio *xy*, se trazará el desarrollo *d' a' b'* de la línea espiral *dcb* con el escalonado que marcan los radios, y tomando $a'd' = a'b'$, se levantarán las perpendiculares *d' o, b' o*, desde cuyo encuentro se podrá trazar el arco tangente *d' 6' b'* que sustituirá á la línea quebrada *d' a' b'*, siendo los anchos que se buscan los *a' 6'* que resulten de prolongar hasta este arco las huellas anteriores, cuyas medidas, transportadas á la línea *dcb*, indicarán los puntos que, unidos con los de encuentro de los radios al paso medio *xy*, darán las proyecciones de las aristas de los peldaños ya compensados ó falseados.

729. Para la construcción de las escaleras, se traza antes en las paredes de la caja la altura y anchura de cada peldaño de manera que todas las aristas ó bordes correspondan á una línea recta en los tramos rectos y á la curva correspondiente en las vueltas que tengan peldaños. Las mesetas ó descansos se fijarán por las líneas horizontales que marquen su solado.

Se tendrá en cuenta en los tramos ó mesetas sobrepuestas que quede entre la huella de un escalón y la cara inferior del superior correspondiente la altura bastante para que quepa un hombre de pie sin que tenga que inclinar la cabeza ó sea $1^{m}75$ en las escaleras de servicio y $2^{m}20$ cuando menos en las demás.

Tanto el ancho como el alto deben ser los mismos en cada piso; pero cuidando que resulten más suaves cuanto más elevados estén. La anchura se mide en el medio del escalón y no en ninguno de sus extremos cuando éstos varían. En las escaleras espirales se toma la medida á $0^{m}50$ del ojo que es donde pone una persona los pies cuando apoya su mano en el antepecho.

Cuando la escalera haya de cubrirse con alfombra se tendrá en cuenta la colocación de las varillas que la hayan de sujetar en los ángulos entrantes de los peldaños.

Situación y condiciones de la escalera en un edificio.—730. Es de gran importancia la escalera para la buena distribución y comodidad de las habitaciones. Se sitúa cerca de la entrada de la casa donde se vea con facilidad y no deben separar piezas que sean dependientes unas de otras: su extensión y aspecto han de ser apro-

apropiados al destino del edificio, debiendo asegurarse de que hay espacio bastante para desarrollar el número de escalones que pida la altura ó desnivel entre unos pisos y otros. El primer peldaño denominado *de suelo* debe estar de manera que no haya que rodear la escalera para llegar á él siendo muy conveniente que la barandilla ó antepecho esté á la derecha del que sube así como las vueltas que tenga que dar. Las escaleras serán seguidas de unos pisos á otros en la misma caja sin más separación que los descansos: solamente en los palacios llega solo hasta el piso principal sirviéndose los pisos superiores por otras escaleras secundarias.

731. La escalera debe tener luz propia, siendo preferible tomarla de ventanas practicadas en las paredes de la caja á recibirla del techo á no ser que no haya más piso que el principal ó que la escalera no pase de él. Las ventanas deben dirigir su luz á las entradas de los pisos si es posible, evitando que se corten con los tramos ó descansos, acusando más bién los pisos ó niveles de la escalera

Donde la madera se emplea mucho en construcción debe procurarse aislar la escalera para el caso de un incendio encerrándola entre gruesas paredes de fábrica ó limitándola con corredores adecuados, cuidando en lo posible de que además de hacerla incombustible no la pueda inundar el humo proporcionándole para ello amplias aberturas por donde tenga fácil salida.

732. El ancho de una escalera ó la longitud de los peldaños es de 0^m90 á 1^m20 en lo general reduciéndose á 0^m65 y aun á 0^m45 en las de caracol. En las llamadas á la imperial, el tramo central se hace una y media ó dos veces más ancho que los laterales. La longitud de los peldaños disminuye en cada piso para que pase bién la luz y no resulten oscuros los tramos inferiores, además de que éstos necesitan más anchura porque tienen más tránsito. De ordinario el primer peldaño y muchas veces el segundo y tercero son más largos que los restantes terminando en curva por el lado del antepecho para recibir la pilastrilla del mismo: la huella se hace también más ancha dándole un exceso de 3 centímetros al primero, 2 al segundo y 1 al tercero.

Los escalones no deben tener viva su arista saliente sino redondeada para suavizar el golpe de una caída.

ARTÍCULO II

Escaleras de fábrica.

Escalinatas ó graderías.—733. Se hacen de sillería ó de ladrillo y rara vez de madera ó hierro. En las de sillería, se ha de

tener presente que sus juntas estén encontradas como se ve en la *fig. 647*. Las losas de que se componen los peldaños se sientan sobre un macizo de tierra ó de mampostería y rara vez sobre bóveda, montando la superior en parte de la inferior, ya simplemente como indica la *fig. 666*, ya por medio de un chaflán *(figura 667)*, ó ya por un corte como el de la *fig. 668*, para que la lluvia no pueda penetrar en la junta por hallarse más elevada que el ángulo que forman los peldaños. En las graderías de ladrillo éstos se colocan á sardinel. La precaución de dar á la huella cierta inclinación para que escurran las aguas es inútil porque el desgaste del tránsito hace al poco tiempo el mismo efecto.

Escaleras de sillería.—734. El primer tramo se establece como las graderías sobre tierra ó mampostería ó sobre una bóveda por tranquil colocando los peldaños ó losas como en la *fig. 666* ó con el chaflán de la *667* y aun tocándose simplemente sus aristas. También puede hacerse la bóveda escalonada por el trasdós siendo cada dovela un peldaño.

Si la escalera está encajada entre dos paredes no muy distantes, los peldaños pueden ser de una pieza empotrando sus extremos en aquéllas y haciendo las juntas como en el caso anterior ó según indica la *fig. 669*. También pueden establecerse sobre arcos que vayan ganando altura sucesivamente ó sobre una bóveda en rampa escalonada por el trasdós.

Cuando no hubiere más que una pared lateral donde apoyar la escalera, se empotran en ella por un extremo los peldaños y el otro se sostiene en un arco de piedra que puede ser adintelado en pendiente á modo de *zanca zn (fig. 670)* en cuyo costado interior se abren cajas para recibir el otro extremo de los peldaños. Los escalones pueden formar parte de las dovelas y también disponerse unos sobre otros *(fig. 671)* con sus juntas escalonadas *acns* asegurando en todos casos la unión por medio de barras de hierro empotradas en las caras verticales de la zanca ó arco. La zanca es necesaria cuando la escalera ha de recibir un antepecho de sillería.

Si la escalera no está arrimada á una pared si no que va de una á otra, los escalones pueden apoyarse en dos zancas como las indicadas.

En las escaleras de caracol *(fig. 656)* los peldaños tienen por un extremo la parte cilíndrica del alma *A (fig. 672)* estando el otro *B* labrado de cuadrado para su asiento ó entrega en la pared haciendo alabeada la parte inferior que queda al descubierto. Se hacen también estas escaleras con el nabo independiente recibiendo los peldaños en cajas, siendo conveniente que descansen además en una moldura espiral saliente. Si estas escaleras han de tener ojo se construyen como las suspendidas formando una especie

de zanca en espiral, dando á los peldaños la forma indicada en la *fig. 673*. En caso de ser muy amplia la escalera espiral se sientan los escalones sobre una bóveda anular rampante estribada por un lado en la pared y por el otro en arquitrabes inclinados sostenidos por pilares ó columnas.

Escaleras suspendidas ó geométricas—735. Con este nombre se construyen sin bóveda ni arco-zanca empleando peldaños de una pieza que se empotran por un extremo en la pared de la caja quedando el otro al aire: la parte empotrada ó sea la entrega será lo bastante á contrarrestar el esfuerzo de palanca de la parte volada para cuyo mejor efecto se labra por cuadrado dicha entrega sobre lecho horizontal y la junta de unión de los peldaños se hace de dos superficies, una horizontal *ad* (*fig. 669*) y otra inclinada *ac* en dirección á un punto determinado que haga de centro como un arco adintelado. El corte *ac* ó *cara de unión* depende de la dureza de la piedra haciéndolo $^2/_3$ de la altura del escalón cuando es blanda ó medianamente dura y dándose el doble á la junta *ad* ó *cara de lecho*. La superficie inferior de la escalera presenta un plano excepto en las vueltas que es alabeada. Las mesillas se hacen de losas que entran en la pared de 15 á 20 c/m como los peldaños, cortando además las juntas á cola de milano que, como todas, deben rellenarse de buena lechada hidráulica. Para que se sostengan las piedras mientras se colocan y queda segura la entrega en las paredes, se sostienen con maderos colocados horizontalmente para las mesetas y en posición inclinada para los peldaños.

Empleo de la piedra artificial y del hormigón ó cemento armado.—736. El desarrollo en la fabricación de piedra artificial con cemento facilita hoy la construcción de las escaleras anteriormente descritas, evitando su costosa labra y mejorando su aspecto por la facilidad de su ornamentación en los moldes, lo que además permite obtener las piedras á un precio relativamente reducido.

737. El hormigón ó cemento armado se emplea en escaleras del mismo modo que en los suelos (**543**) aunque adaptándolo á la disposición de aquéllas.

En la formación de los peldaños aislados se colocan los hierros como en las vigas armadas (**422**) atándolos con alambres delgados para conservar su posición respectiva durante el apisonado del hormigón y colocándolos en la parte inferior si los peldaños tienen sección triangular. Cuando los hierros tienen más de un centímetro de grueso, se procura que sobre ellos haya una capa de unos 6 c/m, la cual se reduce á menos si los hierros son delgados.

Escaleras sobre bóvedas de ladrillo.—738. Si éstas son de rosca el procedimiento de ejecución será como en las de sillería volteando bovedillas apoyadas unas en otras y en las paredes de la caja.

En las escaleras de ida y vuelta *(fig. 650)* se forma primeramente el descanso *B B'* volteando una bóveda sobre las paredes laterales *gb, xk* que sirva de apoyo á la zanca ó á la bóveda que forma el primer tramo *ad:* la bóveda del descanso se sustituye por un arco adintelado en la línea *xg* completando la anchura hasta la pared *bk* con losas, que pueden servir de solado. Sobre la bóveda ó zanca del descanso se voltea la del tramo de vuelta *ed* haciendo antes *ha* de la meseta de desembarque á la altura del piso superior *h' e'*.

La escalera de ojo *(fig. 652)* necesitará una bóveda que descansando en el plano de embarque vaya á apoyarse contra la pared *gb* para establecer el tramo *ea* y el descanso *A*, sobre su costado *ag* estribará la *ad* que apoyará contra la pared *df* y servirá para recibir el tramo *av* y el segundo descanso *D:* en éste estribará la bóveda del tramo *cf* que apoyará en la meseta de desembarque *B* formada por la bóveda volteada desde la pared *eb* á la opuesta *df* ó podrá hacerlo como para los tramos y mesillas inferiores.

739. Si las bóvedas se construyen por hojas inclinadas (**488**) se apoyan contra una roza curva abierta en las paredes de la caja de modo que esté más baja que la de la zanca ú ojo como indican en la *fig. 650* las líneas de puntos *zy, yf*, y se termina por el lado opuesto del ojo con un arco á rosca que hace de zanca. De esta manera se consigue repartir los empujes en las paredes y una superficie vaida contínua de muy buena vista.

Escaleras de bóveda tabicada.—740. Se disponen como las anteriores. Se abre ó no una ranura en la pared *(fig. 674)* siguiendo la curva *a'c'e'* de la bovedilla y en ella se asegura con yeso ó cemento un arco ó hilada de ladrillos *ae, a'c'e'* empezando por el inferior *a* que descansa en el arranque de modo que cada ladrillo se adhiere por dos de sus cantos al inferior y á la pared hasta terminar en *e,e'* y así se continuan las demás hiladas para completar la anchura *ag* de la escalera. Se enrasa ésta en la parte *nr* para estribar la siguiente bovedilla ó ésta se apoya en la curva *c' e'* construyéndola como la anterior. Cuando las bóvedas se quieren corridas ó continuadas se construyen *por igual* ó *por arista.* Para lo primero *(fig. 675)* se hace la ranura en las paredes según la curva de las bovedillas y se empieza la colocación de los ladrillos contra la pared *acb* para apoyar el último en la *bdn* avanzando hacia el ojo de la escalera con sujeción á una regla flexible ó cerchón que se encorva apoyándola en los puntos *b* y *o* para formar el encuentro de las dos bovedillas de modo que resulta una bóveda vaida. La unión por arista *(fig. 676)* que resulta con el encuentro *bo* saliente exige que se corten los ladrillos para formarlo, y presenta

menos fuerza que el anterior lo que se corrige haciendo de doble tabicado el cuadro *cbdo*, el inferior por arista y el de encima por igual.

741. Para escaleras de caracol se hace tabicada la bóveda con la superficie inferior alabeada ó cóncava *(fig. 677)*. En el primer caso se cortan los ladrillos para ajustarlos á las dos curvas en espiral que suben por *aoc, a'o'c'* y en el segundo se construye la bóveda por igual como se indica en *B* ó por arista como en *A*. Si la escalera es de ojo, se hace éste retirando los escalones para formarlo; y si es de árbol, se construye éste con los peldaños.

Construcción de los peldaños.—742. Se forma sobre las bóvedas la figura triangular empleando mampostería, hormigón ó ladrillo y se hacen las huellas con losas, ladrillo ó baldosa como en los suelos cuidando de empotrar estos materiales en la fábrica *e* *(fig. 678)* del escalón superior para contrarrestar la fuerza de palanca que imprimen los pies en la arista opuesta *a:* éstas se resguardan muchas veces con listones llamados *mampernales*, los cuales se aseguran por sus extremos empotrando uno en las paredes de la caja y el otro en un durmiente dispuesto como zanca en el costado interior de ésta ó haciéndole un codo en ángulo recto para que entre debajo del escalón superior. Los mampernales son también cantoneras de hierro cuya arista se redondea con un hierro semiredondo *C (fig. 679)* fijado con tornillos ó con hierros especiales laminados de una pieza *(fig. 680)* á los que para acodillarlos en el retorno de la escalera se les hace un corte *acb (fig. 681)* á fin de que la parte *B* tome la posición indicada de puntos *B'*: el extremo *d* se abre ó tuerce para asegurarlo en la fábrica. Si la escalera es ancha se fijan los mampernales por el medio de su longitud empleando uñas *a (fig. 679)* que entran oblicuamente en la fábrica del escalón por bajo del solado de la huella. Los mampernales tienen el inconveniente si son más duraderos que el solado, de que quedan resaltados cuando éste se gasta y son un peligro para el que baja.

ARTÍCULO III

Escaleras de madera.

Escaleras portátiles.—743. Tales son: la *escala ó escalera de mano* formada de barrotes ensamblados á caja y espiga en dos largueros ó montantes que deben estar más separados por abajo que por arriba, las *escalas dobles ó de tijera* que se forma de dos

sencillas unidas á charnela por su extremo más estrecho y enlazadas en el medio por una cadenilla y las llamadas *de alma* que como el puntal *dh* de la *fig. 83,* consiste en un palo atravesado por listones ó con tacos ó ejiones en sus costados para apoyar los pies.

Hay además el plano inclinado llamado *chapera (fig. 682)* formado de dos ó más tablones unidos por sus cantos sobre los que se clavan transversalmente listones.

La escalera *de molinero* se forma de dos tablones ó *zancas* en donde ensamblan á caja y espiga las tablas que forman las huellas. Cuando se hallan á la intemperie han de colocarse tirantillas de una zanca á otra para evitar que se separen ó desunan saliéndose las tablas de las ranuras. Los tablones se cortan también en escalones y las tablas ó huellas se clavan en su canto horizontal. Se emplean solo como auxiliares de la construcción y para servicio de desvanes ó dependencias de poco uso.

Escaleras fijas.—744. Las que se hacen de madera, consisten casi siempre en una armadura de zancas que sostiene los peldaños, la cual debe descansar sobre un primer escalón ó dos de fábrica, generalmente de piedra, para evitar que la madera se pudra con la humedad del terreno. El segundo peldaño encaja en un rebajo poco profundo practicado en la huella del inferior para que no pudiendo resbalar el uno sin el otro resistan el empuje de la escalera.

Armaduras de zancas rectas.—745. En las escaleras de ida y vuelta y en las de ojo cuya mesilla es corrida, las zancas son vigas *sa (fig. 683)* que estriban en los primeros peldaños por un corte angular ó en una solera *so* y apoyan por arriba en una carrera *a* que puede sostenerse en pies derechos *oa*. En esta carrera ensamblan á caja y espiga los maderos *ac* de la meseta ó por medio de una contracarrera y estriba la zanca superior *ae* que apoya contra la mesilla de desembarque *eh:* ésta se forma algunas veces con los maderos de suelo prolongados *hh'* siendo entonces la carrera un brochal.

Los descansos de los cambios de dirección *(fig. 684)* se forman con una viga en ángulo *cb* llamada *báscula* con la que ensambla á media madera la diagonal ó *palanca ea*, completándose el cuadro con piezas *ec, eb* que refuerzan el extremo *e* donde apoya la zanca del primer tramo *A* y descansa la del segundo *B* que á su vez apoya sobre el entramado *bec* de la mesilla y así sucesivamente, aunque lo general es que la de desembarque sea corrida y entonces apoya la zanca contra la carrera que la forma. Se facilita la construcción apoyando las zancas por su extremo superior y á caja y espiga en postes ó columnas llamados *almas ó espigones* dispuestos en los ángulos de la luz de la escalera; pero estos apoyos son de muy mala vista, aunque su parte media sea una co-

lumnita de hierro, y solo deben emplearse cuando se exija gran firmeza. Se adoptan sin embargo trozos de espigones en la parte *os (fig. 685)* para abrazar el ensamble de las zancas con algún exceso que queda pendiente por abajo y puede servir por arriba como pilarote de la barandilla: se redondea por lo general del lado de los peldaños haciendo lo mismo con éstos.

Armaduras de zancas curvas.—746. Las zancas son hoy generalmente seguidas desde el primero ó segundo peldaño haciéndolas cilíndricas en los cambios de dirección y conservando la misma escuadría que es por lo común de 30 á 35 c/m en su altura por 8 de grueso el cual se aumenta un milímetro por cada centímetro que la anchura de la escalera pasa de un metro. La parte curva llamada *cubillo* ha de ser de madera dura y bién seca cuidando de que sus fibras queden verticales y se forma de piezas que empalman en la parte recta á caja y espiga (*fig. 686)* asegurando la unión por medio de bandas de hierro *bd* embutidas en las caras superior é inferior y fijadas con tornillos ó con un perno en cada extremo. Se ensamblan con menos trabajo empleando falsas espigas ó cortándolas al tercio de madera las cuales penetran en cajas abiertas en la otra pieza y también haciendo el empalme de tres cortes *(fig. 687)* siendo el medio *ac* horizontal y los otros verticales ó perpendiculares á las caras superior é inferior como se ve en *A* y *B* respectivamente. La ejecución de esta clase de zancas exige mucha precisión en la labra y gran fijeza en los refuerzos de hierro para que no se aflojen los ensambles y se desnivelen los peldaños.

En las escaleras espirales pueden formarse las zancas como en el sistema de Emy (**604**) empleando tablas delgadas que se amoldan sobre una porción de cilindro llamado *camón* y se encolan perfectamente entre sí.

Para que las zancas curvas no puedan huir, se enlazan á trechos con la pared de la caja empleando tirantes ó llaves de hierro dispuestas debajo de los peldaños, las cuales tienen abierto el extremo que entra en la pared y se ponen tirantes apretando su otro extremo contra la zanca por medio de una tuerca que se embute en la madera. La zanca se une *(fig. 688)* en el extremo de la palanca *P* que forma los descansos, por medio de un ensamble á caja y espiga reforzándolo con un perno *pn* que penetra por la espiga cayendo la tuerca *n* en una caja practicada en un costado de la palanca.

Las zancas resaltan por lo común por arriba y por debajo de los peldaños presentando molduradas sus aristas y también se hacen escalonadas ó con redientes cuidando de que el espesor útil ó altura no sea menor de 10 c/m sin variar el grueso de 8 para que

tenga la mínima solidez posible. Su ensamble con las carreras se refuerza con escuadras de hierro sujetas por tornillos.

Formación de peldaños en las armaduras anteriores.—747. Los escalones se hacen con dos tablas *(fig. 689 á 691)* una gruesa para la huella *ah* y otra más delgada para la tabica ó contra huella las cuales se ensamblan entre sí á ranura y lengüeta de cualquiera de las maneras indicadas en las figuras, de modo que esté la lengüeta en un lado del canto de la tabla y no en el centro para que no sea visible el juego de la madera en sus movimientos. El ensamble se fija con tornillos cuya cabeza se embute en la huella. La huella y la tabica encajan por un extremo en escopleaduras de 3 á 4 c/m de profundidad practicadas en el costado de la zanca y por el otro en una ranura ó caja dejada en las paredes ó mejor en una contrazanca de menos grueso que la zanca y del mismo modo que en ésta, cuya contrazanca se sostiene como las carreras de los suelos *(fig. 306)* uniéndose con la zanca por medio de tirantillas.

Cuando las zancas son escalonadas, la huella y la tabica se atornillan en los cantos de los redientes reforzando la unión de aquéllas con escuadras de hierro por debajo.

748. Se emplean algunas veces peldaños macizos de madera *ecs (fig. 692)* los cuales encajan en la zanca y contrazanca por medio de escopleaduras poco profundas fijándose la unión por fuertes tornillos de cabezas embutidas en la zanca ó por hierros en escuadra que unen por la cara inferior las escaleras con la zanca. Estas escuadras se sustituyen por una barra ó banda con tantos trazos á escuadra como peldaños apoyan en la zanca. Se fijan también unos á otros los peldaños por medio de pernos ó pasadores llamados *llaves*, de modo que á cada peldaño le atraviesen dos *(figura 693)*: así, el A, A' se une al B, B' por la llave *ee*; el B, B' con el C, C' por la *vv* y así sucesivamente.

749. El escalonado se moldura algunas veces por su parte inferior ó se cubren de molduras los ángulos en armonía con el artesonado que entonces adorna la cara inferior de las mesetas.

Escaleras suspendidas.—750. Se hacen los peldaños de una pieza como los de sillería empotrándolos por un extremo en la pared y para que no se tuerzan ó alabeen, se unen entre sí por las llaves indicadas antes, cuidando que cada dos pernos estén uno al lado de otro, que apoyen sus cabezas y tuercas en las juntas á fin de que la presión se ejerza bien sobre ellas y que se hallen colocadas lo más cerca posible de la cara inferior de los escalones para disminuir el brazo de palanca y por consiguiente el efecto del peso que obra sobre cada peldaño. Suele ponerse además una banda de hierro atornillada que una los peldaños por su cara inferior ó en el costado que forma el ojo de la escalera y aun hacerse de hierro an-

gular que se adapte á la arista inferior. Por este sistema se construyen pequeñas escaleras aisladas completamente de las paredes y apoyadas solamente por su extremo inferior y superior. Deben construirse con madera seca para que no se abran las juntas al secarse y queden flojas las uniones sin poderse apretar las tuercas de las llaves á no desmontarlas. Su estabilidad depende solo de la firmeza del primer escalón y de la sujeción del último del tramo, no debiendo construirse más que para el servicio de personas.

751. Para construir escaleras de caracol apoyadas solamente en el árbol ó nabo, será éste de una pieza ó de partes que comprendan más de una vuelta y se fijarán bien por arriba y por abajo para que no se puedan mover. Las huellas apoyarán sobre las tabicas como indica la *fig.* *691* y ambas entrarán en cajas ó muescas practicadas en el árbol y en una zanca espiral *abc* (*fig.* *694*) compuesta de piezas que tengan iguales dimensiones, la misma pendiente y curvatura ensamblándose unas con otras y asegurándose con bandas y pernos que enlacen la zanca con el árbol como se explicó para los cubillos y están indicados en las *figs.* *686* y *687.* Se refuerzan además con cartelas de hierro fijadas con tornillos y pernos en la cara inferior de los peldaños y en el árbol en cada cuarto de revolución y también apoyando los peldaños en una cornisa rampante fijada en el mismo nabo. En ocasiones se forman estas escaleras con peldaños macizos como los de sillería (*figura* *672*) pero atravesando todos los trozos de árbol por un fuerte barrón vertical que los reune á modo de perno cuya tuerca se aprieta fuertemente en su extremo superior.

752. En las escaleras que tienen un ojo circular en el centro, como muestra la *fig.* *695*, los peldaños se apoyan en dos zancas en espiral compuestas de piezas iguales en cada una de ellas, ensambladas y reforzadas como en el caso anterior, y unidas ó enlazadas con los pernos que aquí las aprietan contra el peldaño interpuesto entre ellas. Se procura hacer las zancas del menor número posible de trozos para que las ensambladuras sean las menos al montar la escalera, cuya operación se verifica empezando por ensamblar los peldaños á los trozos de la zanca exterior, para lo que se emplean puntales que sostengan provisionalmente las piezas y terminando el armado de la escalera con la colocación de la zanca interior, asegurando últimamente las dos en el piso superior de desembarque.

Pueden estas escaleras construirse sin zancas ni contrazancas haciendo los peldaños macizos de madera y enlazándolos dos á dos por medio de pernos lo mismo que se dijo para las de tramos rectos, según aparece en la *fig.* *696*, donde representamos aparte un peldaño aislado *A*.

Escalera espiral entre paredes.—753. Empotrados los pel-

daños en la pared y apoyados en el árbol central, fácil es construir esta escalera pudiendo disponerse si acaso una contrazanca para evitar el riesgo de que se pudran las entregas con la humedad de las paredes.

Un caso semejante al anterior es el de las escaleras cuyos peldaños se sostienen por su extremo exterior en columnas de madera ó hierro que sirven al mismo tiempo de balaustres para la barandilla.

Escaleras de entramado.—754. Se establecen sobre zancas y travesaños sujetos ó ensamblados en ellas formando un entramado que se forja ó sirve como en los suelos para recibir el escalonado que se hace de fábrica. El frente ó tabica se enluce ó reviste de azulejos ó baldosas y las huellas se cubren con un solado que puede estar contenido por mampirlanes de madera ó hierro.

ARTÍCULO IV

Escaleras de hierro.

Escaleras portátiles.—755. Los planos inclinados ó chaperas *(fig. 682)* se forman con hierros T ó I dispuestos en pendiente sobre los que se fija palastro estriado ó de cuadrículas salientes y si la pendiente es fuerte se atornillan barras planas en sentido horizontal.

La escala de mano tiene barras planas de canto como montantes y barras redondas ó cuadradas para escalones las cuales se remachan por sus extremos contra los montantes siendo algunos de ellos pernos de cuatro cabezas para mantener fijos dichos montantes.

En las escaleras de molinero se emplean palastros ó hierros de [para zancas y palastros estriados para huellas, las cuales se sujetan en aquéllas por medio de escuadras que pueden ser salientes *(fig. 697)* haciendo más anchas las escaleras. El palastro de las zancas se corta también en escalones; y en ambos casos, las huellas se refuerzan por su borde saliente con cantoneras ó hierro semiredondo si se quiere dar más resistencia ó rigidez.

Armaduras de hierro laminado.—756. Las zancas en escaleras de hierro son generalmente viguetas de doble T ó de celosía y muchas veces de palastro que por lo general se recorta en escalonado.

Para un tramo recto que desembarca en un descanso, se empalma la zanca *Z (fig. 698)* en otra horizontal *V* dispuesta en esta dirección uniéndose ambas por medio de cubrejuntas *eb*, ó

se encorva la vigueta de zanca prolongada como indica la *figura 699*. Por su pie se asegura la zanca haciéndole un codo para que penetre en el cimiento ó empleando escuadras *es* (*fig. 700*) uno de cuyos brazos se roblona en la zanca *Z* y el otro se fija con pernos en los peldaños primeros *P*, *P* que son de fábrica. Empleando palastro para zancas, las juntas de las hojas en los empalmes se hacen en escalón *esc* (*fig. 701*) y su borde inferior *bd* se refuerza generalmente con una banda ó hierro angular *b*. La contrazanca puede formarse (*fig. 702*) de tantos trozos *acd* de palastro como peldaños uniéndolos con la banda *bb* como cubrejunta.

757. Los tramos que dan á una meseta corrida (*fig. 703*) apoyan su zanca contra la carrera *av* y para que ésta no se doble horizontalmente se acodala contra la vigueta inmediata ó contra la pared del frente con travesaños *cp* ensamblándose estas piezas con las escuadras que detalla la *fig. 704*. La estribación de la zanca del tramo de vuelta se ensambla de un modo análogo (*fig. 705*). Muchas veces, para recibir la zanca inferior y la superior, se dispone para carrera una viga resistente formada de dos gemelas. Cuando se emplea palastro en las zancas se ensamblan también por medio de escuadras con la carrera y para que se presente plano el frente de ésta como la zanca se interponen unos tarugos de madera *M* (*fig. 706*) cuyo grueso dé la salida de las alas ó cabezas de las carreras *cr* sujetándose en unión del palastro *dd* por medio de tornillos *tn*: el ángulo que forma la zanca y la carrera se redondea por el lado del ojo de la escalera sea dando la curvatura conveniente á los palastros de las zancas sea fijando otras supletorias que la presenten.

758. Cuando en los descansos cambia la dirección de la escalera (*fig. 707*) se emplea para formarlos el sistema de báscula *bc* y palanca *ae* pudiendo colocarse una sobre otra ó dividirse la palanca en dos partes *oa*, *oe* que se unen á la báscula *bc* por medio de escuadras. Las zancas del tramo inferior *A* y del siguiente *B* ensamblan también por medio de escuadras en el extremo *e* de la palanca; pero es más seguro y sencillo que la zanca sea contínua como indica la figura, desde el punto de partida ó pie *p* hasta el desembarque *d* donde se apoya contra la viga *vv* de la meseta corrida superior. Cuando el descanso se forma apoyando la zanca en una pieza horizontal *V* (*fig. 698*) ó encorvándola (*fig. 699*), la zanca del segundo tramo *B* (*fig. 708*) estriba en la anterior *ba* impidiendo que se doble por el codal ó vigueta *cd*. Las zancas pueden apoyarse en postes ó columnas y reducirse éstos á espigones colgantes como el *es* de la *fig. 685*, los cuales se hacen generalmente de hierro colado y se unen por medio de escuadras, que se roblan á las zancas y se fijan con pernos al espigón.

759. Las zancas de hierro por su poco grueso tienen tendencia á torcerse ó alabearse debiendo procurarse por lo tanto evitarlo arriostrándolas con las contrazancas ó disponiendo codales contra las paredes cuando no sean bastantes las huellas y contrahuellas. Se les da también más rigidez adornándolas al mismo tiempo, cuando se las contornea con hierros moldurados y también, aunque no tanto, envolviéndolas en mezcla, empleando, si es necesario, alambres para sostenerla como se ve en la *fig. 709,* lo que constituye una viga de hormigón ó cemento armado.

Escalones entre paredes y zancas.—760. Cuando la escalera se halla entre dos paredes, se disponen hierros horizontales ó ligeramente arqueados *B (fig. 710)* uno debajo de cada peldaño los cuales se empotran por sus extremos en dichas paredes y se enlazan por varillas cuadradas ó redondas *v r* que las atraviesan formando un enrejado para recibir tejas ó tejoletas sobre el cual se pueden forjar los peldaños con cascote y yeso. El borde ó arista *A* de éstos se defienden con mampirlanes de hierro angular al cual muchas veces se atornilla un hierro semiredondo *(fig. 679)* y la huella se reviste como un solado. Cuando los peldaños son de losas ó tablones se les hace descansar sobre hierros de ⌶ ó de [*(figura 711)* asegurándolos en su posición con clavijas que pueden atravesar el hierro especial como en *a*, ó fijarse en él con un roblón como en *b*.

761. Los peldaños entre una zanca y una contrazanca pueden formarse como entre paredes solo que en vez del empotramiento se hace á los hierros *B* de la *fig. 710* el corte y acodillamiento que se indicó en las *figs. 197* y *198* para fijarlos por su brazo doblado en la zanca por medio de pernetes ó tornillos. Si la zanca tiene bastante resistencia pueden voltearse bovedillas desde ella á la contrazanca ó á la pared para forjar encima los peldaños, pero teniendo en cuenta el empuje que producen, para contrarrestarlo con tirantillas dispuestas de trecho en trecho.

Si los peldaños son de madera *(fig. 712)* se puede hacer descansar el extremo de la huella en una escuadra *ec* cuyo brazo horizontal debe ser mayor que el vertical para que los pernos que sujetan la madera no la rajen ó salte ésta quedando sin sujeción. La huella de piedra no tiene este inconveniente pero puede partirse por su medio y por ello cuando el ancho de la escalera pasa de un metro deben descansar las huellas en toda su longitud sobre *subtabicas* que son hierros angulares ó de T y aun de ⌶ ó [, los cuales se colocan debajo de las tabicas y se fijan en la zanca por medio de escuadras, pudiendo hacerlo cuando son angulares como se indica de puntos en *s* del modo dibujado en las *figs. 197* y *198;* en cuyo caso es conveniente que la huella quede alojada por su

canto entre los brazos del hierro como se ve en *s (fig. 712)*, y cuando no, que su peso cargue sobre los dos y no solo sobre uno. De todos modos se asegura la unión de las huellas con los hierros por medio de tornillos. El ensamble de la huella con la tabica se refuerza en ciertos casos por medio de dos ó tres escuadras dispuestas en el ángulo interior que forman y cuando se necesita gran resistencia se hacen descansar las huellas sobre dos hierros *T* y *S (fig. 713)* los cuales se enlazan en el medio de su longitud por medio de riostras *R* cuyos tornillos de sujeción penetran en la huella *H*.

762. Cuando los peldaños han de establecerse sobre las zancas se dispone un escalonado con barras planas *aca (fig. 700)* las cuales se fijan con roblones ó pernetes en la cabeza de dichas zancas llenándose el triángulo que forman con un caracoleado como en la figura ó con otro adorno. Las huellas y tabicas se atornillan por sus extremos en las barras de este escalonado siendo conveniente que las primeras sobresalgan fuera de la zanca por el retorno para que los tornillos estén más lejos del canto. Si se emplean losas para formar los peldaños, su unión con las barras se hace con pernos que se fijan en la piedra con betún ó plomo derretido. Las huellas pueden también descansar en todo su largo sobre subtabicas que se aseguran con pernetes en las barras planas del escalonado. La tabica es muchas veces de palastro calado *pa (fig. 714)* cuyos cantos entran en ranuras practicadas en las caras superior é inferior de la huella y se refuerzan generalmente con un hierro angular ó cantonera que se fija con tornillos. Por el lado de la pared, se empotran la huella y la tabica si son de piedra; pero si son de madera conviene sujetarlas con tornillos en unas barras dobladas en ángulo recto *(fig. 715)* cuyas extremidados acodilladas *A* y *B* se abren para fijarlas en la fábrica de la pared.

El palastro de la zanca se mantiene vertical disponiendo de trecho en trecho una traviesa de hierro angular *A (fig. 712)* ó de sección T que se fijan en ella, acodillando uno de sus extremos *(figs. 197 y 198)* y se empotra por el otro en la pared si no ensambla con una contrazanca del mismo modo que con la zanca.

763. Para formar peldaños y ensamblarlos con la zanca se combinan además los palastros y hierros especiales de distintas maneras que por abreviar no se explican en este MANUAL así como tampoco se ocupa de las escaleras con peldaños de palastro por no ser propias para habitaciones, limitándonos á manifestar que el palastro debe ser estriado ó con cuadrículas salientes para prevenir los resbalamientos y que el borde ó arista de los peldaños ha de ser redondeado á fin de que en caso de una caída no lastimen las aristas vivas.

Escaleras de hierro fundido.—764. En las de tramos rec-

tos, cada escalón se hace de una pieza dándole la forma que en sección demuestra la *fig. 716* para sujetar unos á otros con tornillos *T* y cuya junta se oculta con un reborde moldurado *R* que lo mismo puede estar en la tabica que en la huella. Estas se fijan en la zanca por medio de escuadras ó de rebordes verticales que al efecto se les hagan en la fundición. Mejor disposición es la indicada en la *fig. 717* en la que los peldaños forman un conjunto resistente que alivia á las zancas de gran parte de la carga especialmente cuando son escalonadas porque en éstas su resistencia está reducida á la cara de unión *dc*. Las huellas se harán estriadas ó con rebordes por su cara superior reforzándolas por abajo con nervios *aa*. Las tabicas deben ser caladas á fin de quitarles peso sin perder su resistencia.

765. Las escaleras suspendidas ó geométricas (**735**) se hacen con peldaños de igual forma que los de sillería *(fig. 669)* aunque huecas como las anteriores sosteniéndose por el empotramiento en la pared de uno de sus extremos y por la cara de unión de unas con otras, la cual se hace normal á la pendiente y se fija con tres ó cuatro pernetes. La unión con la pared, que es muy importante, se asegura con pernos *P (fig. 717)* que se sujetan por su cabeza en la zanca ó retorno y tienen su otro extremo abierto en cola de pescado para entrar en la pared.

766. En la escalera de abanico con ojo se forma la zanca de palastro y en ella ensamblan los peldaños por un extremo empleando escuadras, empotrándose en la pared curva por el otro: se asegura la estabilidad con riostras ó pernos que unen de trecho en trecho la zanca con la contrazanca y si ésta no existe, se empotran en la pared abriendo su extremidad.

Cuando la escalera es de caracol, cada peldaño ó cada dos llevan la parte correspondiente de árbol *A (fig. 718)* el cual encaja por enchufe en el inferior y se asegura además con pernetes: la junta de unos con otros se dispone como en la *fig. 716* y se hace más sólida por medio de la espiga inferior de la barandilla que entra en orejas salientes *a (fig. 718)*. También se superponen simplemente los peldaños sin enchufar unos en otros, pero entonces entran los cubos en un cilindro vertical hueco ó macizo ó se hacen de árbol macizo atravesándolos con una barra vertical cuyo extremo inferior se asegura en el cimiento y el superior en una pieza de hierro colado que cubre y remata el árbol. En algunos casos se hacen los peldaños sin tabica ó se reduce á un nervio *aecb (figura 719)* que presta un apoyo con el pie *b*. El primero y último peldaño en estas escaleras ha de asegurarse bién en el cimiento y en el descanso de llegada para que no pueda tener movimiento.

Escaleras de caracol de hierro y madera.—767. Se combi-

na el hierro fundido con el palastro y la madera haciendo del primero el árbol ó nabo y del segundo la zanca: las tabicas de palastro se ribetean como las de la *fig. 714* con cantoneras en las cuatro orillas fijándose por medio de las verticales en el árbol y en la zanca y sirviendo las horizontales para recibir la huella que es de madera y la cual puede descansar además por sus extremos en el árbol y en la zanca por medio de escuadras *E* que se encorvan para unirse á dichas piezas.

Se unen también la zanca y el árbol por medio de pernos que atraviesan éste por debajo de cada peldaño pudiendo aprovecharse su extremidad exterior para fijar los balaustres de la barandilla.

Escaleras de doble ojo.—768. Estas escaleras *(fig. 659)* son más cómodas que las de caracol. Tienen en su ojo *o* una columna ó árbol con cuatro cartelas, la primera de las cuales *on* recibe la parte *bn* curva al principio y recta después, las otras dos siguientes *oc*, *od*, contienen los escalones del ojo de la escalera y la *oe* sirve de apoyo á la última parte de la escalera que siendo recta desde *d* á *n* termina en curva para apoyarse en las viguetas ó maderos salientes del piso de desembarque *bab*, ó en cartelas fijadas en la pared *bb*, pudiendo también apoyarse, como en el otro ojo *os* en cartelas dispuestas sobre una columna colocada en *ar*. Estas escaleras se construyen igualmente con cuatro columnas en los puntos de intersección *e*, *n*, *r*, *s*, que forman las zancas en su proyección horizontal ó planta.

ARTÍCULO V

Antepechos de escalera y revestimiento inferior.

Antepechos de fábrica.—769. Estriban por lo común en un pedestal ó pilastra *P (fig. 670)* y constan de un zócalo *xo* y de una albardilla ó pasamanos *da* unidos por un paño de baranda *B* que unas veces es liso, otras se adorna con labores y muchas veces se forma de balaustres.

El antepecho que ha de ser de ladrillo se construye por hiladas horizontales coronadas por tres ó más inclinadas para formar el pasamanos. Si es de sillería, las losas que forman su zócalo y paño de baranda deben encajar unas en otras á ranura y lengüeta evitando su resbalamiento, cuando el pedestal no tiene la suficiente robustez, por medio de tacos de piedra ó espigones de hierro que se interponen en las juntas de unión de unas partes con otras.

Los balaustres de piedra ó de barro cocido se unen con el zócalo y la albardilla para que no resbalen introduciendo una espiga *E (fig. 720)* y mejor estableciendo uno ó dos planos horizontales de ajuste sea en los balaustres como aparece en *ac* haciendo una caja en el zócalo y otra en el barandal superior, sea haciendo en éstos los resaltos *rs*, tomando siempre las juntas con mortero fino y emplomando las espigas si son de hierro ó recibiéndolas con cemento si son de piedra. Los balaustres de barro deben rellenarse de hormigón para que resistan los golpes sin quebrarse.

Barandillas de madera.—770. Se dividen en tramos por montantes ó pilarotes dispuestos en el arranque de la escalera y en los cambios de dirección, los cuales se unen por barandales ó pasamanos, llenándose el espacio comprendido entre éstos y la zanca con balaustres verticales de sección cuadrada ó torneados que entran por sus extremos en ambas piezas ó con tablas verticales cortadas por sus cantos en figura de balaustres las cuales encajan á ranura y lengüeta en aquellas piezas.

El primer pilarote se hace de mayor escuadría que los demás y se asegura por su pie empotrándolo en el cimiento ó haciéndole una espiga fuerte que entre en una caja practicada en el primer peldaño: los pilarotes superiores encajan de este modo en las zancas ó carreras si no ensamblan éstas en él haciendo el oficio de almas como se dijo al tratar de apoyar las zancas (**745**).

Antepechos ó barandillas de hierro.—771. El más sencillo se forma de balaustrillos verticales remachadas sus extremidades en dos barandales, que son barras planas: la inferior ó solera descansa ó encaja en el canto superior de la zanca ó se pone tangente á las aristas de los peldaños acodillándose de todos modos sus extremos para sujetarse á los pilarotes de hierro con remaches ó pernos. Estas barandillas se hacen como las de los balcones (**372**), de labor y de ornamentación pero teniendo presente en éstos que son de mal efecto los perfilados según la pendiente de la escalera.

El pilarote de arranque de la escalera, que generalmente es de hierro colado, descansa por su pie en el primer peldaño ó segundo si son de piedra abriendo en éstos una caja para que entre la espiga de aquél y asegurándose con plomo derretido ó con azufre. Cuando los peldaños no son de piedra, se prolonga el pilarote hasta el cimiento atravesándolo con una clavija ó abriendo su extremo si es de hierro forjado para que se asegure en la fábrica. En ocasiones se suprimen los pilarotes arrancando la barandilla de una estribación de hierros encorvados ó caracoleados *A (fig. 683)* y acomodando el dibujo de modo que haya de trecho en trecho postecillos ó montantes verticales *mn*, cuyos extremos inferiores se acodillan para fijarse con tornillos en la zanca. Cuando éstas son

de hierro, el pilarote de hierro fundido tiene su pie acomodado á la inclinación de aquéllas *(fig. 721)* y se fija con pernetes *rn, rn*.

En las escaleras sin zanca ó que la tienen escalonada, los balaustres pueden fijarse en los peldaños emplomando su espiga cuando aquéllos son de sillería y por medio de roscas y tuercas dispuestas debajo de las huellas si éstas son de madera ó de hierro. Los balaustres de este modo quedan muy separados si se coloca uno por escalón y hay que disponer un caracoleado entre ellos ó colocar dos por escalón. Se obvia esta dificultad haciendo *al aire* la barandilla de modo que los balaustrillos vayan á fijarse en el retorno de los peldaños ó sea en el costado exterior de la zanca, ya acodillándolos por su pie y aplanándolos *(fig. 722)* para fijarlos con grapas *gg* ó con pernos *N* que pueden ser los que enlazan la zanca con la pared de la caja de la escalera ó con el árbol si es espiral. El codo tiene la forma del cuello de cisne *(fig. 723)* ó entra en un soporte *(fig. 724)* sujetándose en ambos casos con una tuerca en la zanca y cuando ésta es de fábrica en una barra plana de hierro que enrasa con el enlucido.

772. El pasamanos se suaviza por arriba atornillándosele á lo largo un hierro á propósito *(figs. 34 y 35)* aunque lo más general es encajarlo en una albardilla de madera dura ó fina la cual afecta diferentes secciones todas redondeadas y que se fijan con tornillos cuyas cabezas quedan embutidas en la cara inferior del barandal de hierro. En los edificios destinados á escuelas conviene por el contrario disponer á trechos unas bolas ú otro obstáculo para impedir que los niños monten sobre las barandillas y puedan caerse al resbalar.

Por el lado de la pared se acostumbra disponer un pasamanos de hierro ú otro metal y aun de madera sostenido á trechos en la pared por soportes que se empotran en ella.

Revestimiento inferior de las escaleras.—773. Las que se construyen de fábrica ó tienen de ella los peldaños, se retunden si son de sillería ó se enlucen si están hechas de ladrillo, procurando que presenten superficies y molduras lisas.

En las escaleras de madera que tienen sus peldaños formados de tablas (**747**) se ocultan éstos por debajo con un entablado hecho de tablas ensambladas entre sí y con las zancas y contrazancas por medio de ranuras y lengüetas para conseguir una superficie lisa en la que no pueda depositarse el polvo. Esto se obtiene también con un cielo raso de cañas ó latas clavadas en la arista inferior de las huellas *a (fig. 689)*, pero es mejor que esté independiente de los peldaños porque los movimientos de éstos lo agrietean y se clavan al efecto las cañas en travesaños *a (figs. 690 y 691)* ensamblados

por sus extremos en la zanca y contrazanca y si ésta no existe empotrados en la pared.

Cuando las escaleras son de hierro, se hace un enrejado de 20 á 25 c/m de malla cuyos hierros se enlazan con los que forman los peldaños por medio de ganchos *gn (fig. 711)*. También se hace el cielo raso atravesando las varillas del enrejado los mismos hierros que sostienen las tabicas y las huellas consiguiéndose de este modo disminuir el espesor de la escalera lo cual es de importancia cuando hay poca altura entre los tramos sobrepuestos.

ARTÍCULO VI

De los elevadores.

Elevadores en general.—774. Estos aparatos, destinados a elevar personas ó cosas, consisten en una plataforma que corre verticalmente en una caja ó hueco que al efecto se deja ó dispone en el sitio más conveniente de un edificio según el fin que han de llenar. Se establecen también en plano inclinado.

Son movidos, según su importancia, á mano, por el gas ó la electricidad del alumbrado, por el vapor ó por la presión que tiene el agua de un depósito superior ó de las cañerías de abastecimiento de la población.

Aunque su construcción é instalación no son de este lugar daremos ligera idea de los aparatos más comunes.

Montaplatos.—775. Tienen por objeto conducir al comedor, las viandas preparadas en la cocina situada en otro piso. La plataforma ó portaviandas *M, M' (fig. 725)*, corre por unas guías de hierro *aa, dd*, está suspendida de cuerdas ó cadenas que se arrollan en poleas *c, c* y tienen un contrapeso *P* para facilitar la subida y bajada.

El montaplatos se hace doble sustituyendo el contrapeso *P* por otro portaviandas, con lo que cuando uno sube, otro baja.

Montacargas.—776. Sirve para elevar objetos pesados y tienen su aplicación en almacenes ó fábricas y en el servicio de sótanos y bodegas. Son de dimensiones mayores que los anteriores y de construcción más resistente.

Se disponen algunas veces según un plano inclinado, que puede ser el formado por una escalera recta *(fig. 726)*. La plataforma *pa* tiene una armazón triangular para resbalar ó rodar por las zancas de la escalera que son las guías y es movida por una cuer-

da ó cadena que, después de pasar por una polea situada en c se arrolla en un torno T.

Ascensores.—777. Se instalan en el ojo de una escalera, en un espacio á propósito dentro de las habitaciones ó en un patio pero junto á los corredores ó pasillos para que sea fácil y cómodo su servicio. La plataforma es un cajón ó garita llamada *camarín* con puertas que se abren al nivel de los descansos ó pisos y con asientos para dos ó más personas lo que exije cuando menos una dimensión de 0^m80 por 1^m20.

Si se emplaza el ascensor en el ojo de una escalera, es preciso que esté separado de ésta ó que su barandilla tenga más altura de la ordinaria para que las personas no tengan peligro de ser cogidas.

En todo caso, el ascensor debe estar iluminado por luz natural ó artificial.

778. Los ascensores se aplican también para bajar un carruaje al sótano, á cuyo fin tiene la plataforma de 2 á 3 metros de lado y unos carriles donde colocar el vehículo. La plataforma puede enlosarse de vidrio (**155**) para que deje paso á la luz é ilumine el sótano.

CAPÍTULO VII.

Obras complementarias.

ARTÍCULO I.

Hogares y chimeneas.

De la combustión.—779. Al reducirse á fuego el combustible, se absorbe el oxígeno del aire y se desprenden varios gases, principalmente el ácido carbónico que constituye humo y el óxido de carburo llamado *tufo*, de modo que la atmósfera se vicia y se hace impropia para la respiración. El combustible necesita pues aire para la combustión y como al calentarse el que rodea al fuego se hace más ligero, tiende á elevarse comprimido además por el peso del aire superior que es más frío. Se establece por lo tanto una corriente que se llama *tiro*.

780. El calor se propaga, por conductibilidad, de molécula á molécula y por radiación como la luz sin que sea preciso el caldeo de las partes intermedias. La medida de la cantidad de calor se hace por *calorias* cuya unidad está determinada por la elevación á un grado centesimal de temperatura de un litro de agua destilada.

Hogares.—781. El de una cocina ordinaria se dispone delante de una pared y se abriga generalmente por otras dos laterales ó tabiques *(fig. 727):* en las posadas y casas grandes de labor han de tener el espacio suficiente alrededor del hogar para que puedan calentarse y hasta secar la ropa los que han sufrido al aire libre las inclemencias del tiempo. En todo caso, la campana de la chimenea debe abarcar toda la extensión del hogar y arrancar á 1m40 lo menos de altura del piso dándole la forma cónica ó de pirámide truncada *canp* para que recoja bién los humos y salgan con facilidad por el cañón *as*.

782. Si el objeto único del hogar es el de calentarse las personas, se hace más recogido *(fig. 728)* y toma el nombre de *chimenea de sala ó francesa:* se forma por dos jambas ó lienzos salientes *ab, ab* que sirven de apoyo á la mesilla ó tablero *mt* del que arranca el cañón de la chimenea sin el intermedio de campana.

783. Cuando sólo se trata de cocer los alimentos es más conveniente el hogar alto llamado *fogón* que en sección vertical repre-

senta la *fig. 729.* En él se aprovecha para carbonera el espacio inferior mediante una bóveda tabicada *xx* trasdoseada de nivel (**507**) para hacer encima el hogar y á un lado unas *hornillas* ó sean cavidades prismáticas ó cilíndricas con una rejilla al medio de su profundidad para el fuego quedando el resto como cenicero, el cual puede tener una portezuela de corredera con objeto de facilitar ó moderar el tiro para la combustión. Siendo de hierro las hornillas, puede aprovecharse el calor que desprenden para calentar el agua de un depósito también de hierro puesto lateralmente en contacto con ellas. También, si el asiento *ss* del hogar es una plancha, puede quedar entre ella y el trasdós de la bóveda inferior una cámara donde conservar calientes los guisos. También se dispone en el fogón una canal circular ó recta cubierta por una plancha con agujeros para colocar en ellas las vasijas: el fuego se hace en un extremo de la canal algo inferior á ella sobre una rejilla y cenicero y del extremo opuesto parte el cañón para la salida del humo sin necesidad de campana.

Cañón de chimenea.—784. Su dirección ha de ser recta en lo posible suavizando con curvas los ángulos que no se puedan evitar y debe sobresalir de 0m40 á 0m60 de la cumbre ó caballete de la cubierta para que los vientos no varíen en su dirección ni impidan la salida del humo. En cuanto á la sección transversal conviene más la circular que la rectangular á fin de que no haya las dobles corrientes que se establecen en ésta especialmente si su anchura es bastante mayor que su profundidad puesto que siendo mayores las resistencias en los extremos se forman con facilidad las corrientes de descenso.

785. Puede un cañón servir para varias chimeneas como se hace en fundiciones y laboratorios: pero con el inconveniente de que los ramales son tubos acústicos que conducen los ruídos de unas estancias á otras y cuando un hogar no está encendido y los otros sí, puede entrar en él el humo de éstos si no se cierra la comunicación, además de que se produce un enfriamiento del humo que disminuye el tiro. Donde haya un hogar inferior constantemente encendido, el cañón de éste será el principal al que acudan los demás y se verifique en ellos la aspiración. Para que el cañón único produzca buenos resultados es necesario según el capitán Belmar: 1.º estrechar el tubo de los ramales y dirigirlos tan paralelamente como sea posible á la corriente general separándolos por un diafragma de manera que desemboque en el eje de la chimenea y favorezca el tiro de las otras por aspiración: 2.º cerrar los registros de los hogares que no estén encendidos para evitar las corrientes ó llamada de aire frío que disminuirían la temperatura y por lo tanto la velocidad del humo.

Se emplean también los cañones de salida de humos á los que acuden alternativamente los ramales disminuyendo así el riesgo de que se trasmitan los ruídos de unos pisos á otros y que el humo vaya á salir por las chimeneas apagadas.

Construcción de hogares y chimeneas.—786. El hogar sobre un entramado de madera debe levantarse algo del piso con un doble ó triple solado para defender la madera del fuego, á no ser que se haga un embrochalado relleno de fábrica (**523**): el hogar se limita por lo regular con un cerco de hierro y las paredes se chapean de azulejos. Cuando el fuego ha de ser muy fuerte conviene revestir la pared testera con ladrillos refractarios ó de adobes cuando menos, empleando barro para mortero y mejor una mezcla de partes iguales en volumen de arcilla y corteza de curtir en polvo que no se agrietea y tiene una untuosidad que con la desecación da una gran firmeza. Se defiende también con una placa de hierro ó una losa que no sea caliza ni yesosa.

787. La campana de una chimenea ordinaria se forma de tabicado ó con cañas que se revocan por ambos lados ó paramentos y se sostiene por medio de una viga apoyada en las paredes laterales y cuando éstas no existen, en un bastidor de madera que se empotra fuertemente por sus extremos en las paredes y algunas veces se suspende de péndolas *pt (fig. 729)* fijadas en el techo.

En grandes cocinas, la campana se apoya en arcos de ladrillo y éstos, á veces, en machones que circundan ó limitan el hogar.

788. El cañón de la chimenea se embebe en las paredes si el espesor de éstas lo permite, empleándose ladrillo cuando aquéllas son de mampostería y más si ésta es caliza que con el calor puede convertirse en cal. Aquí tienen aplicación los ladrillos *(figs. 636* y *637)* y la tubería de barro ó de hierro, el cual debe aislarse de la fábrica para que su dilatación con el calor no ejerza su acción en la pared. Cuando se juntan varios cañones de chimenea se separan por lengüetas de panderete formando lo que se llama *tronco de chimeneas*. Los cañones que no van en el grueso de las paredes se arriman á ellas y se forman con dos tabiques laterales llamados *costeros* y otro en el frente denominado *delantero* asegurándose el conjunto por medio de abrazaderas de hierro llamadas *costillas de vaca*, las cuales se ciñen al exterior y se empotran por sus extremos abiertos en la fábrica de la pared testera. El yeso no debe emplearse, á ser posible, porque con los cambios bruscos de temperatura y humedad experimenta un principio de calcinación que produce grietas por donde escapa el humo; esto puede evitarse revistiendo de cinc el cañón. De todos modos, éste debe ser bien liso para que el hollín no se agarre á las asperezas ni éstas pongan obstáculo á la marcha del humo.

Causas de humear las chimeneas.—789. Su viciosa posición y la mala construcción de sus partes son las causas principales además de otras puramente accidentales ó exteriores.

En la chimenea *(fig. 729)*, el peso de la columna de aire caliente *nd* es menor que el de la estancia *E*, la cual repele los productos de la combustión de *n á d* con tanta mayor fuerza cuanto mayor es la diferencia de temperatura de las dos masas gaseosas. Al empezar el fuego se establecen dos corrientes, una ascensional que es el tiro y otra descendente de aire frío en la estancia la cual esparce el humo fuera de la chimenea hasta que el aire caliente llena el cañón de ésta y sale fuera del edificio, siendo condición precisa para ello que entre aire nuevo en la estancia á medida que se vicia, cuya entrada produce una combustión tanto más activa cuanto mayor es. Por lo tanto, si el local tiene herméticamente cerradas las puertas y ventanas llegará un momento en que el humo no podrá elevarse y lo mismo si es escaso el aire introducido aunque se puede obtener abriendo una puerta ó ventana. La poca longitud del cañón es causa también de que humee y de aquí que cuando es tubular y de poco diámetro se le dé una altura de 8 á 10 metros.

790. Humea una chimenea de sala cuando su trashogar no está bastante atrás ó sus costados forman ángulo recto con él dando lugar á que el humo se recoja en los rincones y se esparza fácilmente en el aposento: cuando tiene mucha altura su boca deja escapar una gran cantidad de aire á la combustión. Contribuyen á entorpecer la salida del humo las asperezas del cañón y la humedad cuando está recien construído.

En una chimenea que está frente á una puerta ó ventana, al abrirse ó cerrarse éstas, se trastorna la marcha del aire en aquélla y si están una frente á otra, el humo sigue la corriente entre ellas. Entre dos habitaciones con chimenea puede suceder que si se comunican, el mayor calor de una tomará el de la otra atrayendo consigo el humo.

791. Las causas exteriores que hacen retroceder el humo provienen de la situación de su salida en relación con las paredes y cubiertas, las cuales crean diversas corrientes de aire que bajo el peso accidental de una presión atmosférica mayor se precipitan por la chimenea. La lluvia y la nieve es un obstáculo á la salida cuando el cañón no está cubierto.

Medios de evitar que humee una chimenea.—792. Casi siempre se consigue dando fuerza al tiro el cual depende de la admisión de aire y de la altura y capacidad del cañón, lo que aconseja reducir sus dimensiones. Estrechando por medio de una lengüeta el extremo inferior del cañón se disminuye la masa de aire frío que

escapa á la combustión y los peligros de que retroceda el humo. La colocación de una cortina en la boca del hogar permite dejar más ó menos abertura y dar más ó menos paso al aire que avive la combustión y modifique el tiro.

Cuando el combustible se coloca sobre rejillas en las chimeneas de sala, puede disponerse dentro del cañón un tubo con dos ramales provistos de registros, uno debajo del hogar y otro en el techo del aposento para tomar aire del exterior á voluntad según sea necesario para activar la combustión.

En chimeneas ya construídas *(fig. 727)*, se evita el humo con un gasto mayor de combustible, disponiendo detrás del fuego un tubo *eb*, de unos 5^m de longitud, con una boca en la parte inferior *e* por la que se establece una corriente que activa la combustión saliendo el humo por el extremo superior *b* dentro del cañón de la chimenea.

Se divide también el cañón de la chimenea en cuatro partes iguales desde que sale de la cubierta por medio de dos tabiques en sentido de las diagonales y terminadas en punta para cubrir la chimenea con cuatro vertientes, de manera que dejando una abertura en cada lado siempre habrá una para salida del humo cualquiera que sea el viento que reine.

793. El remate superior ó salida de una chimenea influye también en la fácil evacuación del humo. Esta debe defenderse de la fuerza de los vientos, que cuando son rasantes ó ascendentes producen aspiración y la favorecen; mas cuando no lo son, se debe sustraer al humo de su acción por medio de un obstáculo ó mejor haciendo que el mismo viento arrastre el aire quemado. Da buen resultado rematar piramidalmente la chimenea *(fig. 730)* dejando aberturas en los lados por las que salga el humo si no lo hace por la parte superior abierta. Siendo varios los cañones que salen unidos se estrechan sus salidas y se colocan entre ellos unos tabiques para impedir que el humo de uno descienda por el contiguo.

Se dispone una plancha giratoria *ab* *(fig. 731)* que el viento inclina hasta que tropieza por un extremo *a* en una pared y deja libre la salida del humo por el otro lado *b*. Se colocan también cuatro portezuelas en otras tantas aberturas dispuestas en los lados del cañón de chimenea, y uniéndolas dos á dos *(fig. 732)* por una varilla *ab* con juego en sus extremidades, la acción del viento cerrará una de ellas y abrirá la opuesta para la salida del humo.

Se emplean mucho las caperuzas de palastro que con distintos nombres se conocen. La más sencilla es el *sombrerete* ó sea un cono de palastro que se dispone sobre la boca horizontal de salida apoyándola en tres pies ó más de hierro: el cono se dispone también *(fig. 733)* de manera que gire alrededor del estilo *ac* y que pueda

inclinarse por el viento cualquiera que sea su dirección: este aparato se dispone también uniendo el sombrerete con un semicilindro que puede girar mediante una veleta para presentarse contra la acción del viento y dejar libre el lado opuesto para la salida del humo.

Se construyen igualmente la llamada *linterna* (*fig. 734*) que presenta salidas en todos sentidos, el *tira humos* (*fig. 735*) compuesto de varias hojas combadas unas sobre otras y separadas, por cuyos intervalos entra el viento arrastrando al humo, la conocida con el nombre de *mitra* que tiene forma circular, el llamado *trisifón* (*fig. 736*) donde sale el humo por la parte superior abierta en circunstancias ordinarias escapando por los tubos inclinados A cuando el viento es descendente pues produce una aspiración ó llamada, el aparato *boca de lobo* (*fig. 737*) consistente en un tubo $db, d'b'$ doblado en ángulo recto que gira alrededor de un eje ee y que tiene otro $ah, a'h'$ algo separado de él y con una veleta V de modo que pasando el viento por la parte anular que queda entre los tubos produce la llamada del humo y éste sale por la boca que se presenta por el lado contrario al viento. Se disponen también sombreros superpuestos (*fig. 738*) donde el viento que entra por entre ellos arrastra el humo y le obliga á salir por la boca B, moviéndose todo el aparato mediante la veleta V, que coloca dicha boca en dirección contraria al viento. El *ventilador* fumífugo automotor (*fig. 739*) puede recibir el viento en cualquier dirección pasando por entre planchas cóncavas agitado por una hélice dispuesta en el cañón de la chimenea y que da vueltas con el ventilador.

Chimeneas ú hogares abiertos perfeccionados.—794. Producen el calor por la radiación de las llamas y de las brasas y también por convección, es decir, por el transporte de las partes caldeadas las cuales por su menor densidad suben hacia el techo y son reemplazadas por el aire frío atraído del exterior. La radiación en las chimeneas (*fig. 728*) solo se aprovecha desde b' á c perdiéndose el resto; y como en los ángulos superiores hay aire que no se quema y disminuye el tiro, se debe dar á los costados ab una dirección oblicua de unos 135° ó la forma parabólica revistiéndolos además de materiales blancos y brillantes como los azulejos ó el bronce bruñido para que reflejen á la estancia los rayos que en ellos dan. Se adelanta también el trashogar T (*fig. 740*) y para activar el tiro se estrecha la entrada x del cañón y se coloca una cortina ó tablero de palastro ac que se levanta ó baja para que el humo no vaya á la estancia, regulándose el tiro en el cañón por medio de una llave ó válvula R con la que se aumenta ó reduce la sección del cañón. Con estas disposiciones, sin embargo, el aire frío de las habitaciones al alimentar la combustión escapa en mucha parte por la chimenea y solo se aprovecha el calor radiante.

En las chimeneas llamadas *ventiladoras* (*fig.* 741), el aire entra por detrás del hogar abriendo la válvula *V* y circular alrededor de un tubo *tb* situado en el cañón de la chimenea sin tocar á sus paredes, el cual conduce el humo procedente de la combustión en el hogar *H*: el aire así calentado entra en el aposento por la abertura *D* practicada junto al techo y arrastra el aire viciado hácia el hogar. Hay aparatos en los que el aire exterior rodea al fuego antes de entrar en la estancia para calentarse y el humo sigue una marcha tortuosa para escapar por fin al cañón de la chimenea: se aumenta la superficie de caldeo y de transmisión si el tubo tiene nervios salientes (*fig.* 742) los cuales deben estar del lado por donde circula el aire para que éste reciba la mayor cantidad posible de calor. La ventosa *V* se regula con la válvula ó registro del cañón para que haya equilibrio entre el aire frío que entra y el ascendente de la chimenea. Con estas modificaciones se aprovecha hasta el 35 por 100 del calor desarrollado en la combustión.

Cocinas económicas.—795. Los hogares abiertos (*figs.* 727 á 729) aprovechan muy poco calor del que produce el combustible al quemarse si bien renuevan el aire haciendo el local saludable, por lo que, cuando se trata principalmente de cocer alimentos se construyen las cocinas *económicas* de hierro empleándose como material auxiliar el ladrillo refractario y para acompañarlas la fábrica ordinaria. En ellas se recoge el calor radial del fuego que es en gran parte perdido en las anteriores chimeneas y se aprovecha el calor del humo haciéndole dar vueltas antes de llegar al tubo de salida, el cual puede colocarse en el cañón de un hogar ordinario.

La más sencilla (*fig.* 743) tiene un hogar *H* con su rejilla y cenicero debajo y una puerta al lado para graduar la entrada del aire: junta está la cámara *C* ú horno dividido en dos por una plancha horizontal agujereada destinando la parte inferior para conservar calientes las viandas ya guisadas: al lado se encuentra el depósito de agua caliente *A* con un grifo para sacarla. La placa *pl* que cubre todo tiene varios agujeros donde colocar las vasijas, llenar el depósito de agua y limpiar ó registrar la marcha del calor desde el hogar por encima del horno á pasar junto al agua donde hay un registro que modera la marcha al tubo de salida en el cual se regula el tiro por medio de una válvula que se maneja con el botón *B*.

Estufas.—796. Además de las que se fabrican de hierro, se construyen de ladrillo y tierra refractaria revestidas al exterior con loza ó porcelana las cuales no producen tufo: consisten generalmente en un hogar prolongado (*fig.* 744) con salida directa *ab* del humo cuando se enciende, pero que luego se cierra obligando

á los gases quemados á seguir una dirección inversa *cd*, entre paredes cerámicas que ocupan toda la altura del aparato: el aire que entra por las aberturas inferiores *A*, *A*, *A'* rodea los antedichos conductos de humo y éste sale caliente por la parte superior *s* de la estufa.

ARTÍCULO II

Calefacción y ventilación de edificios.

Calefacción.—797. Con objeto de caldear las habitaciones utilizando lo más posible y con la mayor economía el calor que desprenden los combustibles al quemarse, se emplean varios sistemas de caloríferos.

En los *de aire caliente*, se produce el calor en un hogar situado generalmente en el sótano, del que pasan los gases de la combustión, antes de escapar á la chimenea, por entre tubos verticales que reciben aire del exterior para calentarlo y lo conducen á una cámara superior donde se recoge para distribuirlo en las habitaciones por medio de tubos llamados *termóforos*, cuidando de que los que parten de la parte más alta de la cámara correspondan á las habitaciones más distantes y los de la parte baja á las más próximas en razón á que siendo más ligero el aire cuanto más caliente está, irá á los locales más distantes y por lo tanto donde las pérdidas de calor son mayores. El aire caliente entra en los aposentos por aberturas practicadas en el zócalo llamadas *bocas de calor* empleándose la disposición *de fuelle (fig. 745)* que con su movimiento abre ó cierra el paso ó la *de persiana (fig. 746)* consistente en dos tablillas igualmente caladas cuyos huecos dan paso al calor cuando se corresponden y lo cierran cuando no: éstas se colocan también en el suelo haciéndolas de dos discos que al girar abren ó cierran la comunicación: el aire viciado escapa por tubos dispuestos en el techo que le dan salida fuera del edificio.

El hogar se hace de hierro fundido ó de palastro revestido interiormente de ladrillo refractario y la cámara de aire caliente se construye de fábrica de ladrillo formándola de dos tabiques separados unos 10 c/m dejando además un espacio libre de 50 entre el aparato y las paredes para evitar pérdidas. Los tubos no deben estar horizontales porque el aire se estancaría en ellos, dándoles una pendiente cuando menos de 2 por 100: para que el aire no se enfríe conviene resguardarlos dentro de una cañería de ladrillo rellena de aserrín ú otra materia aisladora.

798. En los caloríferos *de agua caliente* de *baja presión* se calienta el agua hasta 100 grados en una caldera de la que sale por la parte superior un tubo que la conduce por la línea más corta al piso más alto de la casa, donde entra por *aa (fig. 747)* en un depósito *R* llamado *radiador* que irradia el calor á la habitación: del depósito parte una tubería *cb* que conduce á otro radiador situado en el piso inferior para calentarlo y de éste á otro más bajo y así sucesivamente, volviendo á la caldera por su parte inferior, estableciéndose una circulación de agua caliente de abajo arriba y otra descendente de agua enfriada. Los tubos se pueden disponer á lo largo de los plintos y sobre todo debajo de las ventanas poniendo superficies de irradiación de hierro fundido para esparcir calor.

La tubería de agua caliente ó ascendente debe estar separada de la otra por medio de aserrín ú otra sustancia parecida para no perder calor y si se colocan en los pisos se disponen en cajas guarnecidas de cinc dándoles una ligera pendiente para que las filtraciones, si las hay, acudan al punto más bajo sin perjudicar al techo.

799. En los caloríferos *de agua de alta presión*, el agua se calienta en un tubo de unos 3 c/m de diámetro enrollado sobre sí mismo alrededor del cual pasan las llamas y el humo antes de escapar por la chimenea: el agua calentada asciende por tubería y se arrolla en espiral ó serpentín en una especie de estufas *(fig. 748)* dispuestas en las habitaciones que ha de calentar.

Los tubos corren á lo largo de las paredes delante de los zócalos ú ocultos *(fig. 749)* y también por bajo del piso *(fig. 750)*.

Se aplican estos caloríferos no solo al caldeo de habitaciones sino para secar ropas y otros usos siendo su radio de acción hasta de 500 metros; pero son costosos y peligrosos porque pueden escaparse vapores que produzcan explosiones ó quemaduras.

800. En los caloríferos *de vapor* se produce éste en calderas de las que se eleva por tubería al piso superior del edificio y desciende á las habitaciones que se han de caldear donde se arrolla en espiral como en el caso anterior volviendo condensado á la caldera. También se caldean los aposentos colocando la tubería del vapor en cañerías por las que circula aire puro y se calienta repartiéndose en los locales por aberturas como en la calefacción por aire caliente.

En la colocación de los tubos se procura que no haya recodos sensibles donde pueda condensarse el vapor y que haya manguitos ó compensadores para que las dilataciones y contracciones no destruyan las paredes ó produzcan la rotura de los tubos.

801. En los caloríferos *de vapor* y *agua caliente* se emplea el

primero para calentar el agua de las estufas ó depósitos del sistema de agua caliente.

802. La calefacción *por el gas del alumbrado* puede establecerse en las chimeneas de sala donde presenta la apariencia de brasas irradiando el calor en una concha bruñida cuya eficacia se aumenta haciendo que el aire exterior se caliente al contacto de la concha y del tubo de evacuación antes de entrar en la estancia por las bocas laterales de la chimenea. También se caldea un aposento con cierto número de mecheros que despiden el calor de la llama viciando el aire lo que exige un tubo por donde tenga salida.

Ventilación.—803. Es de gran importancia la ventilación de los edificios para su salubridad puesto que en ellos pasa el hombre la mayor parte de su vida. Principalmente la respiración y la combustión (*) vician el aire y éste se eleva por su menor densidad á la parte superior de un local. También hacen insana la atmósfera, el sudor, la suciedad y hasta las manchas de la ropa y otras causas, ejerciendo además una accion debilitante la falta de luz natural. Es pues de importancia para la salud la expulsión de las habitaciones del aire viciado y su renovación por otro enteramente puro que es lo que se llama *ventilación*, la cual puede ser *natural* ó *artificial*. La primera es la que tiene lugar por la diferencia de densidad entre la temperatura exterior y la interior de un edificio ó por la fuerza de los vientos, de modo que es incierta y variable. La ventilación artificial se opera por medio del calor en una cañería de llamada ó por un motor mecánico realizándose la renovación del aire por aspiración ó por impulsión.

Ventilación natural.—804. En las casas particulares basta por lo general la renovación del aire que se verifica de un modo irregular abriendo las puertas y ventanas y de un modo constante por las rendijas ó resquicios de las mismas. Se aumenta la ventilación con los molinetes ó ruedas de paletas que se colocan en dichas aberturas ó en tubos que parten del techo del aposento y terminan en la cubierta. Las chimeneas, cuando están encendidas, producen una aspiración directa del aire de la estancia, suficiente en muchos casos para una ventilación sana que puede completarse disponiendo en el techo los tubos anteriormente dichos.

Se hace entrar el aire exterior en un aposento de una manera insensible disponiendo cristales dobles en las ventanas separados entre sí un centímetro y colocados de modo que el de afuera deje su hueco por abajo de unos 4 c/m de altura y el de adentro por arriba de modo que el aire exterior al entrar por abajo se templa

(*) Una persona impurifica unos 4^{m3} de aire por hora y 1^{k} de leña necesita 60^{m3} para quemarse.

al contacto con el cristal interior y se eleva penetrando en el local por la abertura superior.

En las casernas inglesas el aire entra por medio de ventosas que abren de afuera adentro junto á un ángulo del techo para la entrada de aire puro saliendo el viciado por respiraderos ó aberturas dispuestas en el ángulo opuesto del techo las cuales se cierran ó abren á voluntad. Las aberturas de entrada de aire deben ser cónicas con su base al interior para que lo diseminen y no entre en línea recta: se puede conseguir este resultado empleando en las ventanas á más de $2^{m}50$ del piso unos cristales perforados por taladros cónicos.

La entrada de aire se obtiene de un modo insensible, estableciendo á lo largo de las paredes junto al piso una canal ó conducto *(fig. 751)* que recibe el aire exterior *E* por bajo de las ventanas, regulando su entrada por medio de ventosas y lo reparte al interior por numerosos agujeros abiertos en la canal *S*.

Se aspira el aire viciado de las habitaciones comunicándolas por sus techos con un espacio dispuesto debajo de la cubierta que tenga salida por una chimenea y entradas de aire exterior junto al alero; de modo que calentado el aire de este espacio por el sol que dá en la cubierta produce una llamada ó aspiración hácia la chimenea que arrastrará el aire viciado de los aposentos.

Los conductos de aire puro se procurará situarlos del lado Norte y los de evacuación del aire viciado al Sur llevándolos, si ès posible, junto á los cañones de chimenea ó donde haya alumbrado constante para que haciéndose más ligero se eleve y salga con más facilidad: su salida en la cubierta conviene además abrigarla ó defenderla de los vientos septentrionales dejándoles sólo la exposición al Mediodía.

La entrada de aire puro y su evacuación cuando está viciado se verifica estableciendo junto al techo dos tubos uno sobre otro y taladrados á trechos por pequeños agujeros: el aire exterior entra en el tubo inferior y al salir á la estancia desciende por tener mayor densidad que el viciado el cual sale por el tubo superior que lo conduce al cañón de una chimenea encendida: puede disponerse un solo tubo agujereado en los cuatro lados del aposento sirviéndoles tres de ellos para distribuir el aire exterior en la habitación y el otro para recoger el aire viciado. En el cañón de la chimenea, el humo de ésta con el calor va por un tubo de hierro dispuesto en aquél y los de evacuación del aire viciado lo rodean.

Ventilación artificial.—805. Se verifica: ó aspirando el aire viciado por medio de un hogar ó calorífero cuyo vacío llena el aire puro, ó inyectando éste por medios mecánicos. El aire puro penetra unas veces en los aposentos por la parte inferior saliendo el

viciado por el techo y otras entra por junto al techo verificándose por abajo la salida del viciado. También puede el aire tener la entrada y la salida junto al suelo cuidando de disponer una enfrente de otra en la diagonal de la habitación.

El aire viciado cuando sale por el techo sube por tubería á una capacidad ó cámara situada en el piso superior del edificio de la cual desciende en sifón á un hogar cuyo tubo de salida de humos es de palastro y se coloca dentro de un cañón de fábrica el cual se calienta y produce la llamada ó aspiración del aire viciado.

Penetrando el aire puro por aberturas ó válvulas dispuestas junto al techo, el viciado tiene su salida por el suelo hasta el sótano donde un hogar calienta como en el caso anterior un cañón por donde sale al exterior por la cubierta. Puede colocarse el hogar en esta parte y entonces el aire viciado se dirije por el espesor de los suelos al desván, siendo ascensional la corriente desde que sale de los aposentos.

Se combinan también los dos medios por un sistema mixto: el hogar del piso bajo sirve para la renovación del aire en los pisos inferiores y el hogar del desván que se sitúa en el mismo cañón de evacuación recibe el humo del inferior y produce la llamada ó aspiración del aire viciado en los pisos superiores.

806. La ventilación por impulsión se obtiene por medio de bombas ó depósitos de aire comprimido ó por ventiladores debiendo despedir el aire con gran velocidad y aun así favorecen solo la entrada de aire puro y no la salida del viciado el cual envía muchas veces de unas á otras habitaciones. Debe pues combinarse la inyección con la aspiración evitando siempre que se formen corrientes directas de aire puro desde los orificios de introducción á los de atracción las cuales dejan sin ventilar los aposentos.

807. Los orificios de la ventilación artificial deben ser numerosos y tener rejillas que eviten el paso de los roedores, procurando en los de entrada de aire que ésta lo haga de un modo insensible y que no dé directamente á las personas.

Ventilación de algunos locales.—808. En las cocinas puede evitarse el olor que despiden, colocando un tubo independiente del de salida de humos aunque en contacto con él que lo recoja y arroje fuera y disponiendo que el aire para la combustión se tome del exterior y pase por debajo y detrás del hogar.

Los retretes deben ventilarse más bién por su situación separada de las cocinas, de las escaleras y piezas caldeadas por el sol ó por otras causas eligiendo un lugar separado por un espacio al aire libre aunque cubierto y abrigado donde el clima sea frío: cuando esto no es posible puede establecerse un tubo metálico desde debajo de la cubeta del retrete hasta una chimenea donde se pro-

longará de 4 á 5 metros para que caldeado el aire del mismo llame al cañón de la chimenea los gases mefíticos que en ella serán quemados; y si no hay chimenea inmediata, una luz podrá caldear el aire del tubo que entonces debe llegar á la cubierta. Una comunicación simple del retrete con la cubierta exponiendo su salida al Mediodía y abrigándola por tabiquillos de los demás vientos produce en climas cálidos buén resultado y más si se dá entrada al aire exterior por junto al piso del común.

En las caballerizas se procura la ventilación con ventanas altas si es posible al Mediodía, haciendo la entrada del aire nuevo por el lado opuesto que se procurará sea por detrás de las caballerías. En su defecto, se acude á respiraderos ó tubos de evacuación con su portezuela para regular la salida del aire viciado, los cuales arrancan del techo y desembocan en la cubierta donde se cubre con un sombrerete movible para que ni las lluvias ni los vientos impidan la salida de los gases. Pero hay casos en que este medio no es bastante y se ha adoptado con éxito construir pozos de 0^{m}50 de lado por 1 á 1^{m}50 de profundidad donde caigan los orines dada la posición natural de los caballos, cuyos pozos se comunican por su parte superior haciendo que de algunos partan conductos horizontales á una chimenea ó tubo vertical que termine en la cubierta y cuya sección sea mayor ó el doble de la suma de los orificios de los sumideros: de este modo se establece una corriente constante que arrastra todos los gases.

Los sótanos ó cuevas, á los que debe darse una profundidad de unos 4 metros para que tengan una temperatura constante de 12 á 14 centigrados, se ventilan haciéndoles dos aberturas ó lumbreras cuando menos, enfrente unas de otras, y si no es posible disponiendo un tubo desde la bóveda ó techo hasta la cubierta del edificio en sitio abrigado. Se procura su impermeabilidad para que no penetren los gérmenes miasmáticos procedentes de la humedad del terreno aislándolos por medio de contramuros separados de las paredes aunque unidos á trechos al tresbolillo y haciendo un solado de hormigón ó de asfalto ó de capas alternadas de fieltro y alquitrán (**160**) entre dos lechos de cemento ó de asfalto. La mezcla que se emplee en paredes y techo no debe ser el yeso pues la humedad destruye su cohesión (**107**).

La ventilación de grandes locales se efectúa en muchos casos disponiendo en la cubierta una linterna central cuyas paredes sean persianas movibles por donde salga el aire viciado entrando el nuevo por la parte inferior del local pero de manera que no moleste á las personas. La linterna puede ocultarse con un cielo raso dejando en éste las convenientes aberturas con sus válvulas para la evacuación de los gases.

ARTÍCULO III

Obras de limpieza y desagüe.

Descomposición de las materias excrementicias.—809. Poco tiempo después de expelidas sufren una descomposición durante la cual desprenden gases deletéreos y principios miasmáticos muy perjudiciales á la salud, terminando por convertirse en principios fijos é inofensivos. Pero encerradas ó aisladas del contacto del aire se convierten al cabo de un mes próximamente en un líquido homogéneo muy poco turbio y coloreado y casi inodoro que mezclado con diez veces su volumen de agua apenas la enturbia y con cien veces da un producto límpido é inodoro.

Aunque son varios los sistemas que se han ideado para alejar de las viviendas los peligros que lleva consigo la fermentación ó descomposición de las inmundicias, este Manual tratará solamente de los retretes con sus conductos de evacuación y desagüe al alcantarillado de la población y si no existe á un depósito ó pozo negro cuya construcción se ha de detallar.

Retretes ó comunes.—810. Estos locales deben tener cuando menos 0^m80 de anchura y 1^m60 á 2^m de longitud para el giro de la puerta de entrada y más si ha de instalarse un lavabo con agua ú otros aparatos de limpieza.

Las paredes del aposento acostumbran revestirse de azulejos ó baldosines hidráulicos así como el suelo, aunque éste sería mejor de cemento bruñido que no tiene juntas por las que se filtren los orines: el asfaltado puede emplearse pero queda rugoso con el tiempo porque los orines consumen la parte terrosa y éstos se estancan. De todos modos, debe darse pendiente al solado hácia un punto, del que parta un conducto que desagüe en el tubo de aguas sucias y recoja las que se viertan fuera del vaso y las procedentes del fregado ó baldeo del piso.

811. El asiento del común se forma de un tabloncillo, losa ó mármol más ó menos elevado del suelo con un agujero que debe ser prolongado en armonía con la conformación humana y cuyos excrementos recibe una taza ó platillo *(fig. 752)* de la cual deben pasar al tubo de evacuación por medio de un *inodoro* que intercepte el paso de los olores del dicho tubo al lugar excusado. Los inodoros son *metálicos ó líquidos.*

Los primeros *(fig. 753)* tienen un platillo de hierro galvanizado *ac* que hace el oficio de válvula y mantiene cerrada la abertura de la taza *T* mediante un contrapeso *P* hasta que el excremen-

to la obliga á abrirse y tomar la posición *ac'* con la que se vacía Tiene el inconveniente de que con el tiempo deja de ser perfecto el ajuste y da paso á los miasmas.

El inodoro hidráulico llamado *de sifón (fig. 754)* intercepta los olores con el agua que tomando el nivel *ac* tiene sumergido el punto *o* el cual debe estar unos 4 c/m más bajo que el lomo de desagüe ó vertedero *c:* á un lado en *d* vierte el agua procedente del lavado del piso del retrete indicado antes. En el inodoro de *bombillo (fig 755)* compuesto de una taza *T* que entra en la olla *beeb* tiene el desagüe *D* dispuesto de manera que el borde *oo* de la taza se halla sumergido cuando el líquido llega al nivel del lomo *c*. Este sistema no es tan bueno como el anterior porque los gases del tubo de evacuación *D* pueden escapar por la unión *bb* mientras que en el de sifón la junta *e (fig. 754)* está por cima del nivel *ac* y fuera por lo tanto del cierre hidráulico. Se oculta el líquido del sifón disponiendo sobre él una taza de poco fondo *aa (figura 756)* que para su limpieza necesita un chorro de agua, pues si no, aparece más repugnante y exhala más olor que el caldo del sifón *cd* (1). Se dispone también el tablero al nivel del suelo ó *á la turca,* en cuyo caso hay dos resaltos de la figura de los pies donde éstos descansan. Con el nombre de *doble inodoro* estilo español, se ha ideado el representado en sección en la *fig. 757* ocultándose el caldo por medio de una válvula *v* que corre de arriba abajo con el peso de la persona que se sienta en el tablero *tb*.

Los aparatos anteriores se cubren muchas veces con un tablero *tb* que tiene un giro de charnela en *t* para levantarse y en todos es conveniente que puedan limpiarse con un chorro de agua procedente de un sitio elevado para que salga con fuerza y oblicuamente junto al borde superior *s* de la taza *(fig 756)* á fin de que la lave, descendiendo para ello en espiral por sus paredes. La entrada del agua, cuando es abundante, se abre por medio de una llave y si es escasa ó cara, procede de una caja cerrada llamada *cisterna B* que se coloca junto al techo del retrete y vierte rápidamente los diez litros de agua que contiene tirando de un cordón puesto al alcance de la mano.

El olor de las materias fecales detenidas en el sifón sale en gran parte haciendo un respiradero más alto que el lomo de desagüe según se indica en *R* (figuras anteriores) el cual por medio de un tubo debe tener comunicación con la cubierta. También puede salir al exterior *(fig. 758)* si se pone en éste una válvula *v* que se abra de fuera á dentro y se cierre herméticamente cuando sea em-

(1) Este aparato es el llamado vaterclós, de las palabras inglesas water-closet.

pujada de dentro á fuera por los gases mefíticos que suban de la tubería de evacuación *E* siguiendo la dirección de *c* á *v*, debiendo cuidarse en países fríos de alejar la salida *b* del lomo *c* para que el agua no pueda helarse.

Para poder limpiar los sifones, se puede establecer un registro junto al respiradero *R* (*figs. 754 á 757*) el cual debe cerrar herméticamente.

812. En la colocación de los aparatos hidráulicos ha de cuidarse principalmente que el punto *o* se halle más bajo que el lomo de desagüe *c* para que aquél quede sumergido, lo cual se comprueba vertiendo agua cuyo nivel lo indicará. Se procurará también la mayor impermeabilidad en los enchufes ó uniones de los tubos por los que á veces salen olores cuyo orígen se hace difícil averiguar.

Las tazas y los sifones se hacen de barro vidriado ó de hierro con un baño de esmalte y mejor de porcelana empleándose el plomo para los tubos de desagüe de los pisos y para los respiraderos: los de evacuación de las materias fecales son de barro vidriado ó de hierro aunque éste se oxida fácilmente por lo que debe tener un barniz preservativo.

Meaderos ú orinarios.—813. Son unas veces simples regueras revestidas de cemento dispuestas á cierta altura contra una pared ó á su pie, con pendiente hácia un extremo para desaguar en el tubo de evacuación mediante un tubo que ha de formar sifón con una rejilla en su entrada que no permite pasar más que el líquido. Las paredes deben revestirse de azulejos, de planchas metálicas ó de mármol, pues los orines son muy corrosivos y es difícil desterrar de una fábrica el salitre cuando se ha apoderado de una parte. Cuando los orines vierten al pie de la pared puede disponerse una rejilla *ar* (*fig. 759*) para poner los pies, la cual es como la tapa de un sifón de hierro *sn*, que puede levantarse como se indica de puntos para limpiar aquél.

Los urinarios son otras veces unos receptáculos de hierro esmaltado, de barro vidriado y mejor de porcelana (*fig. 760*) que se colocan á una altura conveniente contra una pared los cuales reciben agua por arriba mediante un tubo *A* con la que se lavan y tienen por abajo en sifón *es* el desagüe de los orines y del agua con una rejilla en su entrada *e* para que no pueda pasar más que el líquido.

814. En los dos casos se disponen pantallas verticales que separen unas plazas de otras, las cuales son de mármol, pizarra ó hierro y no deben llegar hasta el suelo con el fin de que no estorben para la limpieza. En los urinarios públicos las pantallas forman ángulo alrededor de un árbol y se disponen además otras pantallas delante para ocultarlos, las cuales no deben llegar al suelo

para que se vea si están ocupados los urinarios y que no sirvan de escondrijos.

Fregaderos.—815. Se construyen con mezclas hidráulicas ó son de piedra artificial y cuando hay agua se coloca encima un grifo. Su desagüe por el fondo lleva una rejilla y unas veces vierten por una tubería de plomo en el sifón de un retrete, cuando está próximo, y otras en la tubería de evacuación ó acometimiento, en cuyo caso el sifón de incomunicación de los olores de ésta debe tener la forma de la *fig. 761* y dos aberturas con sus correspondientes tapones para facilitar su limpieza pues facilmente se interceptan con la coagulación de las grasas y su consecuente putrefacción. Para evitar esto se ha ideado un sifón especial *(fig. 762)* que se llena de agua fría y en el cual la del fregado que entra por *A* se solidifica y sobrenada en el agua fría *aa* de la que es fácil quitarla levantando la tapa *cd:* se ventila por la abertura *B* y se puede limpiar la salida abriendo el registro *R.*

Pilas para el lavado de ropas y para baño.—816. Si se construyen de más de una pieza y especialmente en los pisos superiores deben descansar sobre apoyos aislados para que sea fácil observar si hay filtraciones y taparlas: el conducto de evacuación ó desagüe tiene un tapón en el fondo de la pila ó una llave fuera, debiendo ser impermeable en su trayecto por el edificio para que las sales que llevan las aguas en disolución no ataquen las fábricas inmediatas. El agua para los baños se calienta en una caldera (termosifón) que como en los caloríferos tiene dos tubos, uno superior que conduce el agua caliente al baño y otro inferior que recibe la que no se utiliza: la caldera puede establecerse en la cocina y en todo caso debe estar cerca del baño para que se pierda poco calor en el trayecto.

Tuberías para conducción de aguas súcias.—817. Los tubos de evacuación donde vierten ó desaguan los retretes, meaderos, fregaderos, etc., se hacen de plomo, de cinc, de hierro colado ó de barro cocido que ha de ser vidriado por dentro. Se establecen donde sea fácil registrarlos sin molestias para los moradores de la casa y se procura colocarlos lo más verticalmente posible suavizando los ángulos que hayan de formarse: conviene, si vierten en un alcantarillado ó al aire libre, que reciban aguas de la cubierta para que se laven cuando llueve. Los acometimientos de cada común, fregadero, etc., han de formar con esta cañería un ángulo cuando más de 45° empleando para la unión los tubos llamados ingertos *(fig. 763)* y para las vueltas los codillos *(fig. 635).* Estas tuberías se colocan como las de bajada de aguas de la cubierta y si se puede, aisladas de las paredes, haciendo los enchufes con mucho esmero y más si se emplea el barro cocido pues éste y sus

uniones se impregnan de una humedad que penetra las paredes y descompone los morteros, además de despedir mal olor.

818. Las bajadas de aguas al llegar á la tierra entran en una atarjea llamada *acometimiento* que las conduce al alcantarillado ó al pozo negro, recogiendo en el primer caso las aguas pluviales de patios y cubiertas. Se les dá una pendiente cuando menos de 3 por 100, y si no es posible, se disponen arcas de registro de trecho en trecho para facilitar su limpieza: se les dá por lo común sección rectangular que, cuando es pequeña, debe ensancharse en dirección de su desagüe para evitar que se obstruyan con objetos que hayan pasado por los conductos anteriores.

Las atarjeas se entierran cuando menos medio metro si han de transitar carros por encima y se forman generalmente de sección rectangular con dos muretes de fábrica de ladrillo que sirven de apoyo á una bovedilla ó á unas losas cuando las hay, haciendo la solera con una ó dos hiladas de ladrillo y mezcla hidráulica y algunas veces con tejas: en todo caso se redondean los ángulos. Otras veces se emplean cañerías de barro vidriado y también de mezcla, hormigón ó piedra artificial, las cuales pueden formarse en el mismo emplazamiento como se explicó para las canales maestras de las cubiertas (**706**) pero aumentando las dimensiones del alma, y si hay que dejar alguna abertura para la entrada de aguas de algún ramal, se fija ligeramente sobre dicha alma un tarugo cilíndrico del diámetro del ramal, el cual se quita una vez relleno el molde para alisar la unión con la cañería. Los tubos se unen entre sí al tope por medio de cemento siendo conveniente rodear la junta con un anillo de tejas y cemento.

Depósito de aguas sucias, letrina ó pozo negro.—819. Cuando el terreno es permeable y no existen cerca pozos de agua potable que pudiera inficionarse con las filtraciones, puede hacerse un *sumidero*. El más sencillo consiste en una excavación cubierta con una bóveda dejando sin revestimiento sus paredes ó formándolas con materiales en seco para que los líquidos puedan filtrarse en el terreno dejando los gruesos. Otras veces, son unos pozos que se practican hasta una capa permeable cuando las superiores no lo son, y de cuya apertura se tratará en el artículo siguiente.

820. El depósito por lo general se hace impermeable para que sus aguas no vayan por filtración á los pozos inmediatos ó cisternas ni á los sótanos. Se les dá forma cilíndrica ó cuadrada con los ángulos redondeados para que las materias fecales no se adhieran á los rincones haciendo difícil su extracción y aumentando el mefitismo. Su solera ó fondo debe ser cóncava con una cavidad ó pocillo á donde acudan las materias fecales y sobre ella en la bóveda se dispone una abertura para la limpieza. Los acometimien-

tos desembocan por la bóveda, de la cual debe partir además un tubo respiradero cuya sección equivalga á la de todos aquéllos y que tenga su salida á unos dos metros de la cubierta mirando en dirección opuesta á la de los vientos dominantes. Donde sea posible, puede pegarse á una chimenea para que el calor de ésta aumente la fuerza de salida de los gases.

En su construcción, no deben aprovecharse los cimientos de paredes porque por ellos subiría el salitre, antes bién se separan de ellos por contramuros de arcilla. En sus paredes no se han de emplear piedras yesosas que son atacadas por las sales de la inmundicia, ni areniscas porque son porosas: los materiales quedarán bién embebidos en el mortero que debe ser hidráulico y el paramento interior se revestirá con cemento y se hará de abajo arriba solapando cada tendido sobre el anterior y nunca de arriba abajo. La solera ó fondo se reviste de un enladrillado ó enlosado si el terreno es impermeable tomando bién las juntas para que se pueda limpiar bién y si aquél es permeable ó se temen filtraciones habrá que extender una capa de hormigón hidráulico y sobre ella un enlucido de cemento de 5 c/m hecho á una mano ó de una vez cuidando de dejarlo cortado en bisel cuando haya de interrumpirse la obra para que traslape el mortero posterior. Se cubre también el solado con una capa de betún ó de asfalto que es impermeable y no es atacado por las materias fecales. La bóveda puede construirse con mortero común enluciéndola con mortero hidráulico por el interior y cubriéndola por el exterior con una capa de hormigón. La abertura dejada para el registro y limpieza se tapa con una losa llamada *buzón* que unas veces es de forma cónica ó de chupón y otras tiene un rebajo en su contorno para encajar en otro practicado en la abertura y se denomina *de golilla:* en ambos casos se coge bién la junta con mortero para que no dé paso á los gases y mejor se abre alrededor de la boca una ranura de unos 3 c/m de profundidad que se rellena de tierra de modo que el buzón la comprima con su peso.

821. La conversión de las materias fecales en un líquido casi inodoro se hace en el *pozo Moura (fig. 764)* que es una cámara completamente cerrada é impermeable con un metro lo menos de agua en la cual se sumerge 18 c/m el tubo *E* de evacuación ó bajada de aguas súcias y otro tanto uno de salida *S* que se encorva en sifón y desagua en una cañería que puede ser abierta para conducirlo á otro depósito lejos del edificio y destinarlo á riegos; de modo que según van entrando las materias fecales por el tubo *E* salen por el *S* en estado líquido. Esto exige una construcción esmerada no solo en este depósito sino en las tuberías para que por ningún punto pueda penetrar el aire. Quedan sin embargo en el fondo del pozo sustancias extrañas arrojadas que no se disuelven y para

su fácil extracción se ha ideado disponer un plano inclinado *ad* inmediatamente debajo de los tubos de bajada de aguas *E* por el cual resbalen y se depositen en el pocillo *d*, de donde se extraen por la boca de registro y limpieza *B* como en una letrina ordinaria.

Cloaca ó alcantarilla.—822. Son los conductos de aguas súcias de las poblaciones y se hacen de dimensiones bastantes para que pueda registrarlas un hombre de pie, dándoles una forma semejante á la indicada en la *fig. 765* y una pendiente cuando menos de 1 por 100 hácia el punto de desagüe que debe procurarse tenga agua corriente. Al alcantarillado deben acudir toda clase de aguas pluviales y súcias por ser muy conveniente que haya una corriente contínua que no consienta la detención de las materias fecales gruesas.

En su construcción se emplea la mampostería ó ladrillo y mejor el hormigón, el cual se fabrica con un molde de madera desarmable ó que pueda correr fácilmente á lo largo de la zanja excavada para su establecimiento. Los ángulos en todo caso deben redondearse y alisarse los paramentos con mortero de cemento apretándolo con el dorso de la paleta para que queden cerradas las grietas que se abran.

Desaguadero de aguas pluviales.—823. Los albañales ó conductos de desagüe, que pueden hacerse descubiertos, son canales rectangulares de ladrillo ó cilíndricas de hormigón como las canales maestras (**706**).

Cuando las cañerías son cerradas como sucede en los desagües de los patios (*fig. 349*) se hace á su entrada una arqueta ó pocito *A* cuyo fondo esté más bajo que la cañería *T* á fin de que se depositen en él las tierras ú otras materias pesadas que arrastren las aguas y no obstruyan el conducto. Además, si éste desagua en un pozo negro ó en el alcantarillado, se establece un sifón en el sitio que parezca más conveniente aunque por lo general se coloca en la entrada uno de hierro (*fig. 766*) formado de dos piezas: una está fija *sbds* y tiene en su centro el caño de desagüe *D* cuya prolongación superior forma una canal alrededor para llenarla de agua: la otra pieza es una tapa calada *ss* con una semiesfera *ara* la cual sumerje su borde inferior *a* en el agua estableciendo el sifón, siguiendo las aguas la dirección que indican las flechas.

ARTÍCULO IV

Surtido de aguas á un edificio.

Calidad de las aguas y su obtención.—824. El agua buena y conveniente para la bebida ó alimentación así como para el la-

vado de ropas debe ser *potable*, lo cual se conoce principalmente en que disuelve el jabón haciendo espuma y cuece las legumbres. Las que no lo son pero pueden aprovecharse en la limpieza y riego ú otros usos, son *crudas* ó *saladas* según contengan sulfato de cal ó sal.

Se obtienen las aguas en un edificio, abriendo pozos que las dan potables ó no, recogiendo en depósitos ó cisternas las llovedizas que son muy potables ó tomándolas de las cañerías de distribución donde la población tiene abastecimiento público.

Apertura de pozos y su revestimiento.—825. La excavación ó perforación del terreno se hace cilíndrica de unos dos metros de diámetro adoptando las mismas precauciones que para la apertura de zanjas de cimientos (**267**) á fin de evitar desprendimientos, aunque aquí son más difíciles porque la forma cilíndrica presta cierto apoyo á las tierras. Los codales se pueden suplir por aros de madera ó hierro que no embarazan la extracción de las tierras acuñando el hueco entre ellos y las tablas para que éstas se adapten al terreno y lo sostengan. En el fondo, una vez encontrada el agua, se forma una cavidad llamada *caldera* á donde acudan las aguas para poderse llenar más fácilmente los cubos.

826. El pozo se reviste en su principio, de mampostería ó ladrillo en seco para que dé paso al agua á no ser que ésta brote del fondo, y se continúa la fábrica con mezcla con un espesor igual, excepto donde el terreno se presente flojo. Este revestimiento elevado un metro próximamente sobre el suelo forma el *brocal* y sobre él se levantan los pilares y arco para colgar la polea por donde pasa la cuerda que sostiene los cubos. La pila se funda sobre terreno firme trabando su fábrica con la del brocal.

Cuando el revestimiento ha de descansar sobre cascajo, tierra ó roca deleznable, se sienta la fábrica sobre un aro ó bastidor poligonal ó sobre un emparrillado de madera dura ó resinosa.

Si el terreno es muy deleznable ó fangoso, se hace el revestimiento al mismo tiempo que la excavación empezando por colocar el aro sobre el terreno natural ó donde la tierra empiece á desmoronarse, construyendo encima unos 30 á 40 c/m de revestimiento: se ahueca luego por igual el terreno de dentro y debajo del aro para que éste baje con la fábrica hasta enrasar con el suelo, en cuyo caso se levanta otro trozo de revestimiento y se hace la excavación interior hasta que baje y así sucesivamente.

Aljibes ó cisternas.—827. Estos depósitos donde se recoge el agua de las cubiertas y hasta de los patios y otros sitios, se hacen de forma generalmente cuadrada y se cubren siempre con una bóveda en la cual se deja una boca con su brocal que corresponde verticalmente con un pocito que se hace en el suelo de la cisterna

para que acudan allí las aguas cuando quedan pocas ó las de la limpieza cuando ésta se hace necesaria.

Las aguas pluviales de las cubiertas llegan por cañerías á una pileta construída junto al brocal de la que vierten al aljibe cuando están limpias pues las primeras aguas que arrastran toda la inmundicia de los tejados deben dejarse escapar por otra salida abierta en la pileta. Se hace también un codo á la cañería cuando es de metal haciéndole girar según convenga para que vierta en la pileta ó fuera de ella.

Las aguas de los patios y otros sitios llegan también á un pocito construído en el suelo con dos conductos: uno para desaguar las primeras aguas ó que son súcias fuera del edificio y otra para que las claras caigan en la cisterna.

Se comprende que la construcción de un aljibe ha de perseguir una completa impermeabilidad, ya para que no se escapen las aguas recogidas, ya para que no puedan inficionarse con las filtraciones. Para mayor seguridad, se rodea la cisterna por la parte exterior de un contramuro que deje un espacio intermedio de unos 40 c/m de anchura para rellenarlo de arcilla limpia bién apisonada: de ésta se puede también hacer una capa debajo del aljibe, cimentándolo sobre ella.

828. Se clarifica el agua haciéndola pasar antes de entrar en el aljibe por entre cascajo, arena, carbón ú otra sustancia permeable, que es lo que constituye un *filtro.* Este se establece por lo común en una caja ó cámara de fábrica impermeable ó de hierro entrando el agua unas veces por arriba saliendo filtrada por abajo y otras al contrario.

En la cisterna *á la veneciana* que representa en sección la *figura 767,* el agua llega por los conductos *E,* cae en vasijas *V* para recibir el golpe y pasar suavemente al cascajo filtrante *F* que rodea el vaso cilíndrico *C,* entrando en éste por las aberturas inferiores *a, a.* Cuando el vaso está lleno, el agua sale antes de atravesar el cascajo por el conducto *D.*

Surtido de aguas por cañería.—829. Se toman las aguas de la tubería de abastecimiento por medio de una derivación, disponiendo en la entrada del edificio una *llave* ó *grifo de paso* para cortarlas en caso de una rotura ó reparación y se obtiene: *á caño libre* que consiste en dar á la llave anterior ó á los grifos de salida el calibre que exija la presión de agua para que el gasto no exceda de la cantidad convenida, ó por medio de *contador* que es un aparato que marca la cantidad de agua que pasa por él. El agua se lleva también á un depósito (generalmente de hierro) que se establece en el piso más alto de la casa para distribuirla en los inferiores: el depósito recibe el agua por arriba y tiene la salida por

abajo habiendo una llave flotador que cierra automáticamente la entrada cuando el agua ha llegado á su máximo y otra de desagüe para el caso de que no funcione la anterior.

Los grifos de salida ó de toma de agua deben disponerse en sitio donde ésta pueda tener fácil desagüe fuera del edificio ó á los conductos de evacuación así como las aguas que por avería ó descuido puedan escapar de los grifos.

La tubería se hace de plomo porque se adapta bién á todas las inflexiones y ángulos, ocupa poco sitio y necesita pocas uniones y éstas son fáciles de soldar: tiene sin embargo el inconveniente cuando queda vacía, de que con el contacto del aire se forman óxidos peligrosos para la salud (189) por lo que en el caso de una interrupción debe desecharse la primera agua.

Se dispone la tubería donde sea fácil su registro, huyendo de sitios expuestos á heladas porque éstas pudieran interrumpir la corriente y aun romper la cañería, y se coloca en ranuras horizontales practicadas á lo largo de las paredes junto al suelo para emberla en el grueso de éstas ó del solado y en cajas verticales para que pueda llegar el agua á las habitaciones superiores: las tuberías se sujetan por medio de alcayatas ó clavos de ojo que las abracen y se cubre después con mortero.

ARTÍCULO V

Carpiniería de taller.

Cercos de puertas y ventanas.—830. Los cercos ya descritos (370) tienen sus largueros ó piernas *P (fig. 768)* ensamblados á caja y espiga en el travesaño *ó cabecero to* y un rebajo *rbo* en todo su contorno interior donde aloja la puerta ó ventana sirviendo de batiente para que éstas se detengan cuando se cierran. El rebajo se dispone y varía para ciertas ventanas y vidrieras como se dirá en su lugar.

Los cercos, cuando son muy altos, se dividen en dos generalmente dando al inferior la altura conveniente para el paso y dejando el superior llamado *montante* para luz y ventilación.

También se subdivide el cerco de una ventana para formarla de varios *postigos* cuando se quiere graduar á voluntad la cantidad de aire y de luz.

Diferentes clases de puertas y ventanas.—831. Las puertas se hacen de dos *hojas* si la luz ó ancho del vano pasa de 1^m, adoptándose la disposición quebrada *ó de librillo* cuando se quieren recoger en el espesor de la pared ó plegarse á ella. En sentido de la

altura se dividen ó *parten* alguna vez las de una hoja sirviendo como de antepecho la parte inferior llamada *compuerta.*

Cuando la puerta es muy grande se hace en ella generalmente otra menor ó *postigo* para el uso más corriente. También se disponen en la parte superior de las puertas destinadas á balcones ó ventanas.

832. Las hojas de puertas y ventanas se abren y cierran girando generalmente por uno de sus cantos ó bordes verticales y algunas veces por un eje central. Las ventanas se mueven también alrededor de una línea horizontal.

Las puertas y ventanas se hacen *correderas* ó *corredizas* resbalando por su canto inferior ó colgándola del superior, y también de arriba abajo y viceversa deslizando por sus costados.

833. El sistema de construcción varía según es la importancia del edificio y el destino de cada puerta.

La más sencilla llamada de *barrotes* se compone de tablas verticales yustapuertas ó ensambladas como se indica en *A* y *B (figura 187)* y también en la *329*, las cuales se clavan en unos travesaños ó barrotes *B, B, B, (fig. 769)* distantes entre sí de $0^{m}50$ á $0^{m}80$. Los clavos entran en los barrotes otro tanto cuando menos que el grueso de las tablas siendo mejor que sobresalgan las puntas para remacharlas contra los barrotes embebiéndolas en ellos. Se mejora esta puerta entrando las tablas á ranura y lengüeta en los dos barrotes que la limitan entonces por arriba y por abajo.

Lo más general es que la puerta se forme de un bastidor ó *marco (fig. 770)* compuesto de dos largueros *ab, cd* ensamblados con dos traveseros ó *cabios,* uno alto *A* y otro bajo *B* y por otro ú otros intermedios *P* llamados *peinazos.* El ensamble, aunque se hace á media madera en obras de poca importancia, debe ser cuando menos á horquilla ó almohadón *(fig. 771)* el de los cabios *C* y á caja y espiga el de los peinazos *P* asegurándose con clavijas de madera *a* que atraviesan ambas piezas.

El larguero *ab (fig. 770)* alrededor del cual abre y cierra la puerta se denomina *de fijas* ó *quicial* y el opuesto *cd batiente, de cierre* ó *de mano* en las puertas ó ventanas de dos hojas. A este bastidor ó marco se clavan tablas como se ve en (X) y en sus juntas listones tapajuntas *as (fig. 329)* formando así la puerta llamada *de marco forrado,* la cual resulta más fuerte si las tablas se disponen inclinadas en vez de verticales: también se refuerzan colocando peinazos inclinados como se indica de puntos en la *fig. 770* y en ambos casos deben dirigirse las tablas y peinazos hacia el larguero de fijas *ab.* Cuando por el mucho espesor del forro se forma de dos tablas, se clavan cruzadas unas á otras.

Estas puertas se llaman de *enrasado* ordinario si las tablas en-

cajan en rebajos practicados en los largueros y cabios para enrasar con ellos como se indica en (Z) lo que pide menos gruesos en los peinazos *P*, y se dice de enrasado *fino* cuando las tablas, encoladas unas con otras formando tableros, encajan á ranura y lengüeta *r (fig. 772)* en el contorno interior de cada compartimiento.

El enrase se hace por una cara ó haz ó por las dos decorándose algunas veces con adornos calados de madera que se encolan y clavan.

Se chapean á veces esta clase de puertas con hojas de cinc, lata ó palastro que se clavan en los largueros y travesaños.

Las puertas *de cuadros, apaineladas* ó *almohadilladas (figura 773)* tienen por lo general algunos compartimientos divididos en dos llamados *cuarterones* mediante piezas verticales ó *cruceros oo*, los cuales ensamblan á caja y espiga en los cabios y peinazos. Los tableros entran á ranura y lengüeta en medio del grueso de la puerta según indica el detalle (C) del cabio y el (P) del peinazo: casi siempre se molduran los tableros por una ó por las dos caras ó haces así como las aristas de los cuadros ó cuarterones cortando entonces á inglete *(fig. 774)* la parte de ensamble *n, n* que coge la moldura.

Los tableros se reemplazan algunas veces con otros de fundición de ornamentación complicada y también de mármol pulimentado.

Cuando se quiere que á través de la puerta pase la luz ó entre el aire se hacen *de claravoya* dejando la parte superior sin tableros y colocando balaustres ó rejas en su lugar.

Espesor ó grueso de las puertas.—834. Cuando son muy delgadas, la humedad pasa con facilidad de uno á otro lado causando su alabeo, y deben tener por lo tanto un espesor conveniente para que quede bastante madera sin humedecer. Generalmente se fija el grueso con relación á la altura de la puerta dando una mitad más al ancho de los largueros y cabios.

En las puertas exteriores se da al marco un espesor de 25 milímetros por metro de altura y á la tablazón un grueso de 20 á 40. En las interiores, el grueso del marco es de 35 á 50 m/m por 70 á 100 de anchura haciéndose el forro con tablas de 15 á 20 m/m. En las puertas de barrotes se hace mayor el espesor porque contribuye á su resistencia.

Armado y ajuste de las puertas y ventanas.—835. El armar ó juntar las diferentes piezas de estas obras requiere sumo cuidado especialmente cuando son de grandes dimensiones para que no se bajen al centro y arrastren, á lo que se llama *caerse de escuadra.*

Las espigas de los ensambles se encolan y después de introducidas en sus cajas, se consolida la unión con cuñas que se meten á

martillazos y con clavijas de madera *a, a* (*figs.* 771 y 774) que atraviesan el ensamblaje.

836. Ajustan las puertas ó ventanas con los cercos en el rebajo según se ve en sección horizontal en las *figs.* 775 y 776, en las que *C* es el cerco y *P* la puerta, la cual, al cerrar, apoya contra el batiente *bb* del cerco. En países fríos se hace un machiembrado como el *m* de la *fig.* 777 en los ajustes verticales de los cercos *C* con las puertas y como el *n* de la *fig.* 778 en el del cabio superior *S*; y no siendo esto bastante para impedir el paso del viento, se emplean tubos de goma elástica que rodean el cerco como se indica en *c* (*fig.* 779) y se clavan en los rebajos, aplastándose al cerrar. Para que la lluvia que azota la vidriera y escurre por ella no penetre por abajo se agrega al cabio inferior (*figura* 778) una pieza *C* labrada de manera que tenga un goterón *g*, pudiendo darse salida al vapor condensado que se adhiere á los cristales por el interior y escurre hacia abajo por medio de taladros ó canalitas despidientes *ac*. Cuando las puertas han de abrirse á un lado y otro se hace cilíndrico el ajuste con el cerco.

Las hojas ajustan entre sí al tope (*fig.* 780) clavando sobre una de ellas al exterior y sobre la otra al interior un listón de poca salida y moldurado ó redondeado que hace de cubrejunta y se llama *bocelón* y *contrabocelón*.

Puertas vidrieras.—837.—En estas puertas se sustituyen con vidrios ó cristales los tableros de la parte superior, reduciendo todo lo más posible la escuadría ó sección de los peinazos y cruceros correspondientes para que no quiten luz. Ocupan los vidrios los $^3/_4$ ó $^4/_5$ de la puerta si es de balcón á fin de que se vea con comodidad el exterior estando sentadas las personas, y los $^2/_3$ en los demás casos para que no se rompan con las sillas ú otros muebles. Se llaman simplemente *vidrieras* cuando todos los tableros se sustituyen por cristales y se emplean en ventanas, en los postigos que se dejan en los balcones, así como en los montantes ó banderolas y en los huecos de las puertas de claravoya.

En todos casos, los cristales se alojan en rebajos en el contorno que los ha de recibir y se fijan en su posición de canto clavando á trechos puntas finas ó trocitos de hojalata lo que se cubre después con betún ó masilla hecha de albayalde, creta ó tiza y aceite de linaza. Se sujetan también con cuadradillos de madera *c, c,* (*figura* 781) ó con tabletas *tb* (*fig.* 782) que se clavan con puntas finas. Se fijan también los cristales con medias cañas de hoja de lata, cinc ó latón en las que se sueldan por sus extremos los llamados *filetes* compuestos de dos medias cañas unidas longitudinalmente por su parte convexa, entrando en ellas los vidrios ó cristales. Cuando las vidrieras forman dibujos y se emplean vidrios de

color, á lo que se llama *tracería* se emplean los antiguos *plomos* hechos de este material en sección de doble T muy rebajada, reforzándose la vidriera con algunas varillas de hierro que se fijan por sus extremos en el marco también de hierro y sujetan los plomos por unas sortijillas de hojalata soldadas á ellos.

Giran las vidrieras de ventanas generalmente según ejes verticales advirtiendo que cuando es por el medio del vano, los rebajos del cerco son opuestos los de un lado á los del otro. Lo hacen también por sus bordes horizontales, que cuando es el superior como se indica de puntos en la *fig. 783* se dice *á la italiana ó de tabaquera* manteniéndose más ó menos abiertas mediante ganchos *G* y *G'*. Si giran las vidrieras por el medio de su altura (*fig. 784)* se llaman de *báscula* y el rebajo del cerco es opuesto en la mitad superior á la inferior según se ve en *A* y *B*. Se cierran más ó menos mediante una varilla articulada *vam* cuya parte inferior está dentada y engrana en un piñón que se mueve en el manubrio *mn* levantando el cual gira la vidriera como se indica de puntos.

Persianas.—838. Destinadas á moderar la luz y dejar paso al aire, se componen de un bastidor ó marco cuyo hueco se llena con *tablillas ó tabletas* de 8 á 12 c/m de anchura por uno de grueso, colocadas á claro y lleno. Se llaman de *luz constante* cuando las tabletas están fijas con la inclinación de 45° y de *luz variable* si pueden girar. En el primer caso, los extremos de las tabletas entran en ranuras inclinadas abiertas en los cantos de los largueros del marco de modo que se puedan mudar cuando se rompan. En las de luz variable tienen espigas cilíndricas para entrar y girar en taladros hechos á los largueros, uniéndose á charnela con un listón vertical para darles la inclinación que se quiera.

Se hacen también de vidrio las tabletas de las persianas asegurándose sus extremos con masilla en las ranuras ó en hierros de vidrieras *(fig. 30)* que se fijan con tornillos en los largueros del bastidor dándoles la inclinación de 45°. Cuando el cerco se forma con hierros angulares ó de T *(fig. 785)* pueden entrar las tabletas en listones de madera *ad* á los que se hace la ranura correspondiente sirviendo el ala ó brazo *ac* del hierro para que no resbalen.

El movimiento de las persianas es por ejes verticales ú horizontales como las vidrieras pero abriendo hacia fuera y haciéndose de librillo para plegarlas en el grueso de la pared de fachada cuando se quiere que no cubran ú oculten el guarnecido ú adorno de las jambas.

839. Las persianas llamadas *de cortina* tienen las tablillas de 4 á 6 c/m de ancho por 2 á 4 m/m de grueso y se disponen entre cintas ó cadenillas: se recogen en la parte superior del vano por medio de dos cordeles que las atraviesan cerca de sus extremos y

pasan por dos poleas dispuestas en un listón superior resguardándose cuando se recogen plegadas, en un guardapolvo de tabla delgada.

Se llaman también persianas unas telas ó tejidos formados de tablillas estrechas y de muy poco grueso que se unen ó tejen con cordeles ó alambres. Las tablillas son también listones fuertes de sección curva para encajar unos en otros y presentar la resistencia de una puerta, arrollándose entonces hacia arriba.

Celosías.—840. Formadas de listoncillos de 15 á 20 m/m de anchura por 10 de grueso que se cruzan impidiendo que se pueda escudriñar el interior de un local, pero dando paso á la luz y al aire, encajan, como los tableros de las puertas, en ranuras practicadas en un bastidor ó marco. Los listoncillos se clavan en algunos de sus cruces para que no puedan moverse. Se puede sustituir el enrejado con tablas ó planchas caladas según diferentes dibujos.

Algunas veces se fijan las celosías en el mismo cerco de las ventanas y otras se hacen corredizas sobre sus cantos horizontales ó verticales.

Alambreras.—841. Estas redes se hacen de hierro recocido galvanizado ó no, ó de latón formando claros de 10 á 50 m/m según es su grueso ó la resistencia que se exija y se fijan en bastidores de madera en la que á distancias iguales se clavan tachuelas ó grapas de alambre para enganchar los alambres: si el bastidor es de hierro se hacen taladros donde atarlos. Empleando los tejidos ó telas metálicas que la industria facilita con mallas ó huecos de un milímetro en adelante, se cortan á la medida del bastidor reforzándose el contorno con un alambre ó clavando un listón que cubra los cabos de alambre que quedan del corte.

Puertas y ventanas corredizas.—842. Las que corren de arriba abajo y al contrario *(fig. 786)* llamadas *de guillotina ó de compuerta* están formadas de dos partes, la una *sr* junto á la otra *dc*, las cuales se mueven y encajan en ranuras ó canales verticales practicadas en los largueros de los cercos; la vidriera superior *sr* está fija descansando en el cerco como se ve en *r* y la otra sube y baja sosteniéndose, cuando se ha elevado, en chapitas *P* que giran en un eje vertical como se indica en la planta. La canal se forma por el interior con un listón *ln* atornillado al cerco á fin de poderlo quitar para renovar ó lavar los cristales.

La operación de subir y bajar se facilita por medio de contrapesos colgados de unas cuerdas que pasan por poleas y sostienen los bastidores, cuyas poleas y contrapesos se ocultan en el dintel y en los costados de la ventana.

Las puertas *corredizas hácia los costados* llevan unas ruedecitas en su canto inferior para resbalar sobre una canal de madera

que tiene en su fondo una cinta metálica bruñida ó sobre un carril de hierro de sección ⊔. Por su parte superior tiene la puerta una lengüeta ó saliente para entrar en una ranura practicada en el cabecero del cerco. El carril inferior se obstruye con el polvo y fácilmente descarrila la puerta, por lo que se puede suspender ésta por medio de barras *ecb* (*fig.* 787), de dos ruedas ó poleas que como la *P* corren sobre una barra ó guía *ga* fijada en el cerco.

Guarnecido de los huecos de puertas y ventanas.—843. Se defienden muchas veces las aristas de fábrica de los huecos con hierros angulares ó con listones moldurados que se enlazan con los cercos por medio de travesaños empotrados ó formando paineles como los de una puerta.

Las puertas de libro se pueden recoger plegadas en una caja dispuesta en la pared guarnecida de un marco y las persianas especialmente deben ocultarse de esta manera ya para no quitar la vista de las jambas ya para resguardarlas de las intemperies del invierno en que no se usan.

ARTÍCULO VI

Herrería y cerrajería.

Puertas de hierro.—844. Se construyen las puertas enteramente de hierro formando el bastidor ó marco con cuadradillos ensamblados á medio hierro ó á caja y espiga acodillándolos: el hierro angular se emplea también haciendo los ángulos del bastidor como demuestra la *fig.* 681, en cuyo caso se emplean para peinazos los cuadradillos (*fig.* 788) ó los hierros T (*fig.* 789). Las planchas de palastro, algunas veces calada, (**203**) que forman el forro, así como los adornos que los decoran, se fijan con roblones ó con clavos remachados.

Vidrieras con bastidor de hierro.—845. Se pueden formar con bastidores hechos de cuadradillos como las puertas, en cuyo caso se fijan los vidrios en ellas por el intermedio de unos *corcheles* de hoja de lata (*fig.* 790) que se colocan á trechos abrazando por la canal ancha *II* el hierro y recibiendo el cristal por la estrecha *cc* cuya unión se completa con masilla aplicada por ambas caras.

Cuando se emplean los hierros de vidrieras (*figs.* 30 y 31) basta con la masilla para que queden bien sujetos.

Persianas de hierro.—846. Se emplea este laminado para

tabletas ó se adopta para ellas, cuando han de ser de luz variable, la sección S ó la indicada en la *fig. 791*, las cuales se enlazan unas con otras cuando se cierran, como se indica de puntos. Las tabletas de palastro se hacen onduladas en pliegues menudas con numerosos agujeros para que haya ventilación entre unas y otras.

Cierres metálicos.—847. Se construyen de tres clases: *de corredera, de cortina ó rollo* y *de elementos articulados.*

El cierre *de corredera* se forma de varias hojas horizontales de palastro que tienen sus bordes horizontales doblados como se indica en la *fig. 792* y se enlazan unas con otras formando una cortina. Cuando se quieren subir se levanta la hoja inferior *H* la cual arrastra las superiores por medio de la pestaña *b*, alojándose cuando están todas recogidas en el dintel ó detrás de la inferior: al descender, será la pestaña *s* la que se llevará tras sí las hojas. Para subir ó bajar se emplean tornillos sin fin verticales que entran en tuercas fijadas en la hoja inferior ó cadenas que pasan por poleas dispuestas en la parte superior y llevan contrapesos; pero éstos resultan excesivos al principio cuando no se levanta más que una hoja y débiles después, por lo que se ha ideado levantar todas las hojas á la vez uniéndolas por varillas articuladas.

Si las hojass han de ser muy resistentes, las pestañas son hierros angulares corriendo entonces por hierros de doble escuadra ⊔ : en todo caso, se colocan los mecanismos en cajas dispuestas en las jambas.

Son también de corredera, pero con su movimiento horizontal, las verjas ó puertas llamadas *de ballesta (fig. 793)* compuestas de montantes ó barras verticales *ab* unidas por varillas formando un enrejado que tiene juego en sus cruces ó uniones y mediante el cual se juntan aquéllos al abrirse la puerta como se ve á la derecha de la figura, corriendo por sus extremos inferiores sobre un carril ó guía *aa'*. Parte de ésta *cd* se levanta girando por medio de un gozne en *c* para tomar la posición *cd'* cogiendo en su canal la puerta, la cual puede correr de *c* á *a'* y entrar en el grueso de la pared ó girar por la línea *a' b'* como una puerta ordinaria.

848. En el cierre de *cortina ó rollo*, la chapa ondulada de acero que lo forma, se arrolla en un tambor ó cilindro horizontal *T (fig. 794* y *795)* dispuesto en la parte superior del vano ya por el exterior *E* ó interior *I*, ya en el grueso de la pared. La cortina corre por unas guías ó canales verticales de hierro ⊔ que se fijan en las jambas y se mueve por un mecanismo de ruedas y piñones con un manubrio dispuesto á la altura de la mano en el interior del edificio.

En su colocación ha de procurarse que las guías se hallen bién á plomo y que el tambor esté horizontal.

En vez de chapa se emplea en todo ó en parte la tela metálica ó alambrera cuando se quiere que la puerta deje paso libre á la luz y al aire. Igualmente se dejan postigos para este objeto en la parte superior ó en la inferior para dar paso sin necesidad de subir la puerta.

849. La cortina *de elementos articulados* se compone de hojas de 5 á 8 c/m de anchura en forma de S para enganchar unas en otras con una gran flexibilidad en el conjunto lo cual permite arrollarlas en menor espacio que el anterior sistema y correr por guías más estrechas.

Se hacen también persianas arrollables formadas de tubos horizontales unidos por chapas á modo de bisagras.

Herraje de cuelga ó giro.—850. El medio más sencillo, usado hoy solamente en las grandes puertas, consiste en dotar á los extremos del larguero de fijas ó quicial de unos espigones redondos ó *gorrones* (generalmente de hierro) *e*, *t*, *(fig. 796)* que entran, el superior en un agujero abierto en el dintel ó en un collar con espiga *cr* para asegurarlo en la pared y el inferior en otro agujero *t* hecho en una piedra, madera dura ó hierro llamado *quicio* ó *tejuelo:* los espigones se aseguran con bandas de hierro *ea*, *st*, que abrazan el larguero por ambas caras, dándoles algunas veces la forma de T, como se indica de puntos, para reforzar el ensamble con los cabios. También se coloca el gorrón en el umbral *(fig. 797)* disponiendo el quicio en el larguero *L* de la puerta.

En puertas ó ventanas de poca importancia, se emplean para hacerlas girar, el *gozne simple* compuesto de una escarpia clavada en el cerco en cuyo codillo cilíndrico entra un anillo ó tubo con su clavo que se fija en la puerta. La forma de clavo se sustituye por barretas planas con agujeros para por ellos clavarlas en la puerta y cerco. Generalmente, sin embargo, giran ó se cuelgan por medio de *bisagras (fig. 798)* compuesta cada una de dos ó más planchitas ó palas de hierro ó latón *A*, *B*, encorvadas por un lado formando tubo para unirlas en un pasador *es*, cuyas palas se fijan con clavos ó tornillos al cerco y á la puerta respectivamente, pudiendo prolongarse para reforzar los ensambles de la puerta y hasta contribuir á su decoración.

Los goznes y bisagras se colocan verticalmente unos sobre otros á distancias menores de un metro, aproximándolos más en la parte superior de la puerta.

851. Haciendo inclinados los cantos de contacto de los tubos ú ojos *(fig. 799)* se eleva la puerta cuando se abre y se baja cuando se cierra lo cual sucede al dejarla.

Se cierra una puerta por sí misma disponiendo estos herrajes de manera que su eje de giro esté inclinado. En las de quicio, si el

gorrón inferior *a (fig. 800)* se dispone desviado de la vertical bajada del superior proyectado en *e*, la puerta se cerrará al abandonarla á sí misma, y si se colocan dos espigones *a*, *b (fig. 801)* no cerrando el ojo correspondiente, la puerta apoyará en el del lado que se abra y se cerrará al abandonarla.

Se hacen también goznes de dobles muelles espirales uno por cada lado con lo que el eje de giro no es vertical.

Independiente del herraje de cuelga, se cierra una puerta por medio de un muelle espiral fijado en el cerco y que acciona sobre ella.

Herraje de seguridad.—852. Se mantienen cerradas las puertas contra sus cercos, de varios modos: el más sencillo es una *barra* de hierro con un ojo en un extremo y en forma de gancho el otro, la cual se cuelga por dicho ojo en una armella clavada en un larguero del cerco y engancha por el otro extremo en un clavo de ojo fijado en el larguero opuesto. La barra se hace giratoria por su medio en un clavo fijado en el larguero de mano, apoyando sus extremos en hierros acodillados fijados en el cerco en sentido contrario uno de otro. Se sustituye la barra con una *tranca* que se atraviesa en la puerta y entra por sus extremos en cajas ó agujeros abiertos en las jambas ó telar de la puerta ó en hierros acodillados.

El *cerrojo (fig. 802)*, es una barreta redonda *ac* que corre en armellas, mediante una manija *M:* asegura el cierre de una puerta cuando es de una hoja pero no en las de dos, pues el movimiento ó meneo de éstas, cuando no hay otro herraje que lo impida, las entreabre y el cerrojo se corre, quedando inútil. Se evita esto acodillando su extremo *c* como se indica de puntos y haciendo oblonga la armella *br*, para que pasado el cerrojo (á cuyo efecto se levanta la manija) y dejándolo abandonado á sí mismo, el codo toma la posición horizontal é impide que el cerrojo se corra.

El *pasador* es de sección rectangular y corre por dos grapas dispuestas en una plancha ó pletina que se fija en la puerta entrando su extremo en otra grapa fijada en el cerco. Generalmente tiene un muelle contra la pletina para que no se corra cuando se coloca vertical denominándose entonces *pestillo*. Se asegura con él la hoja batiente de una puerta para que el cerrojo no se corra; pero debe tenerse presente que con el uso pierde su fuerza el muelle.

Para el cierre de balcones y ventanas se emplea la *falleba, (figura 803)* ó sea una varilla vertical con ganchos en sus extremos *a* y *b*, la cual gira en armellas ó collares *d*, *d*, fijados en la hoja de cierre y se mueve por medio de la manija *mn*, enganchando las extremidades de la varilla en grapones ó escarpias ó en el borde de agujeros hechos en unas placas fijadas en el cabezal y solera del

cerco, después de lo cual apoya la manezuela en el sosteniente *es*, que algunas veces es giratorio. La varilla tiene rebordes ó envases sobre las armellas para que no se pueda correr ó bajar. Otras fallebas son de cremallera (*fig. 804*) y en ellas, la varilla es dentada en parte para engranar en un piñón *P* que lleva la manezuela *M*, de modo que al bajar la varilla entra por abajo en una grapa ó clavo de ojo *n* clavado en la solera del cerco y engancha por arriba en la plancha *g* del cabezal. La falleba se forma tanbién de dos varillas *A* y *B* (*fig. 805*) que tienen sus extremos dentados para engranar en el piñón de la manezuela *M*, la cual cuando baja para descansar en el sosteniente, hace que suba la varilla *A* y baje la *B* entrando sus extremidades en argollas clavadas en el cabezal y solera del cerco respectivamente.

El *picaporte* se compone por lo común de una barrilla movible que gira por un extremo donde tiene la manija y se sostiene con una grapa clavada en la hoja de cierre encajando por el otro extremo en una nariz clavada en el cerco ó en la otra hoja de la puerta cuando se la cierra de golpe. Se hace *de resorte* poniéndole un muelle que en forma de pinzas obliga á la barrilla á mantenerse dentro de la nariz, es decir cerrada. Da más seguridad al picaporte disponiéndolo en una chapa por la que se fija en la puerta y que tiene una parte saliente con una hendedura para que la pase la nariz cuando se cierra la puerta, sirviéndose de una llave para abrir desde fuera.

La *cerradura* se compone de un pasador de muelle ó pestillo con unos dientes, por los que lo mueve la llave, la cual tiene en su paletón ó codo unos rebajos ó entalladura que han de coincidir, unos con la entrada ú ojo de la cerradura y otros con unos hierros ó guardas dispuestos dentro de ella. La barra ó pestillo al cerrar, entra en una caja ó *cerradero* dispuesto en el cerco ó en la otra hoja de la puerta; pero en este caso ha de asegurarse ésta con pasadores ó fallebas para que no se pueda mover. Sin embargo pueden falsificarse las llaves y se fabrican hoy otras cerraduras para evitarlo. Las de *secreto* no se pueden abrir ni aun con la verdadera llave si no se conoce la disposición en que ha de colocarse la llave ó la combinación ideada para que pueda cerrar ó abrir.

Se llama cerradura *de golpe* cuando la barra termina en forma de nariz y ésta entra de golpe en el cerradero: se produce el avance mediante un muelle que la empuja constantemente y el cual se oprime, cuando se quiere abrir, con una muleta ó doble codo saliente de la cerradura.

Se combina ésta con la falleba y el cerrojo haciendo que su manezuela ó mango tengan una hebilla ó grapa por la que pase la barra ó pestillo, á cuyo fin penetra en la caja de la cerradura.

853. Para mantener abiertas la ventanas, vidrieras ó persianas se usan ganchos y aldabillas de varias formas, así como los llamados *golpetes*. En la *fig. 806* se representa uno para sujetar puertas, el cual se fija en el suelo y deja libre la puerta *P* cuando se pisa en la nariz *n* tomando la posición indicada de puntos. Otro golpete se forma con una barra empotrada ó clavada por un extremo en la pared y con un apéndice giratorio en el otro para coger la ventana ó persiana.

Verjas.—854. Se dividen en tramos separados por pilares de fábrica ó montantes de hierro: se forman aquéllos de barrotes verticales que atraviesan dos ó más barras horizontales ó largueros y terminan por su extremo superior en lanzas, florones ó piñas teniendo remachado el inferior al larguero más bajo aunque á veces remata en una tuerca torneada. Los barrotes y largueros se hacen de hierro forjado y su enlace se completa generalmente con labores del mismo hierro ó con adornos de fundición, de plomo, bronce dorado y aun de palastro estampado y recortado. Los barrotes se fabrican también de sección triangular redondeadas sus aristas y hasta retorcidos en espiral. Igualmente se construyen de hierros tubulares *(fig. 807)* uniendo los barrotes huecos *A, A* con las barras *B* que los atraviesan y metiendo en éstas pequeños tubos *C, C.*

El enrejado se forma algunas veces como las celosías con hierros cruzados ó formando otras combinaciones.

855. Los largueros de las verjas se aseguran en los pilares empotrándolos más de 15 c/m cuidando de que sobre el superior haya el volumen ó altura suficiente de pilar para que su peso contribuya á la eficacia del empotramiento. Si los pilares son de sillería basta una entrega de 6 á 9 c/m dejando un pequeño sobrante en la profundidad para que los largueros puedan dilatarse: la entrega se fija con azufre ó plomo derretido. Cuando los postes son de hierro, se les hacen unas cajas para que entren en ellas los largueros ó unas piezas supletorias donde se empalmen con pernos ó roblones. También se disponen unas aletas ó salientes *a, c (figura 808)* en la dirección de los largueros para recibirlos cuidando en todos casos de hacer prolongados los taladros para los efectos de la dilatación de los largueros.

Los postes ó columnas se empotran por las espigas de su extremo inferior en basas de sillería ó dándoles una entrega suficiente en la fábrica de la pared ó zócalo que les sirve de base, pudiendo hacérseles una basa y dotarles de unas palas ó aletas *P* si han de ir enterradas en el terreno. Los postes necesitarán en ciertos casos contrafuertes como los *ctr (fig. 809)*.

Cancillas ó barreras.—856. Son verjas movibles que se abren

y cierran como las puertas: se hacen generalmente de dos hojas compuesta cada una de dos largueros *ag, cr (fig. 810)* los cuales se unen por travesaños y éstos por barrotes ó enrejados como las verjas, pero con la parte inferior más tupida la cual se recubre algunas veces con planchas, adornadas ó no con molduras, Los ensambles de los travesaños con el larguero *ac* deben hacerse con mucha exactitud y reforzarse en el quicial *a* según se detalla en *(A)*, y en la parte superior *g* haciéndolo acodillado con objeto de que la cancilla no pierda su escuadra ó haga nariz como dicen algunos, cayéndose del lado del cierre *cr (fig. 810)*, lo cual se procura aliviar por medio de una ruedecilla colocada en la parte inferior *r* y que resbala por un carril plano dispüesto sobre el piso en la curva que aquélla describe. En este punto además, si no hay umbral resaltado contra el que apoye la cancilla cuando se cierra, se coloca una piedra para empotrar un pitón de hierro que sirva de batiente y en cuya piedra se abre un agujero para que en él entre el pasador si lo tuviere la cancilla.

Las barreras ó cancillas giran por el sistema de quicio, y se establecen entre dos pilares de fábrica generalmente: cuando lo hacen entre pilarotes ó postes de hierro hay que sostenerlos en su posición vertical contra los movimientos de abre y cierre. Se hacen pareados muchas veces y siempre se apuntalan por medio de contrafuertes como los de la *fig. 811.*

Pararrayos—857. A pesar de las importantes modificaciones que ha sufrido desde que Franklín lo aplicó en 1760, este descubrimiento consta de tres partes esenciales, la *barra ó aguja* terminada en punta que se coloca verticalmente en las partes más altas de los edificios, el *conductor* que es el cable ó barra conductora de la electricidad entre la tierra y las nubes y los *pierde fluidos* que se sumerjen en agua clara ó terreno húmedo.

La *barra ó aguja* se cree que proteje la extensión que abraza un cono cuya base tenga un radio doble ó $^7/_4$ de la altura de la barra, la cual no debe pasar de 7 metros siendo preferible aumentar su número á dársela mayor. Se ha ideado por esto establecer una especie de crestería de puntas de medio metro á lo largo de las líneas salientes y elevadas de un edificio puestas en perfecta comunicación entre sí y con los conductores. Hoy se termina la barra en varias puntas de cobre que parece ser mejor conductor de la electricidad y no se oxida tanto como el platino que antes se empleaba. La barra central, que se hace generalmente tubular, se asegura en su posición por medio de un caballete de hierro cuyos pies se acodillan para fijarlos con tornillos en la armadura de la cubierta, debiendo resguardarse el pie de la barra con un sombrerete como el *S* de la *fig. 643* para que no puedan penetrar las aguas

pluviales en la madera. Las agujas se comunican entre sí y con la parte metálica de las cubiertas por medio de ramales para formar el *circuito* de *cumbres* dando á las uniones una forma curva con el fin de que sean compensadores de dilatación del hierro en las variaciones de temperatura (168).

Para los conductores se emplean hoy cables de alambre y se adaptan al contorno de la cubierta y á los salientes de las fachadas debiendo preferirse las más expuestas á las lluvias y procurando hacer los ángulos ó curvas muy abiertos, para lo que se taladran si es preciso las cornisas y cuerpos salientes. El conductor se aloja muchas veces en tuberías como las de bajada de agua pero construyendo de barro la parte inferior para evitar accidentes. El cable debe tener un trayecto horizontal antes de llegar al pierde fluidos enterrándolo en cisco de tahona ó cok triturado dentro de una canal formada de ladrillo en seco para que no se mezcle con la tierra. Puede ponerse en comunicación con las cañerías de hierro de conducción de aguas pero no de gas, arrollando á ellas los hilos del conductor.

El *pierdefluidos* se forma haciendo terminar el cable unas veces en cuatro ó más raigales ó dispersadores y otras en una plancha de cobre á la cual atraviesa el cable ó en un cilindro de hierro galvanizado en cuyo interior se fija una plancha de cobre. Se sumerge el pierdefluidos en un pozo de agua clara permanente: en su defecto se abre uno exprofeso hasta encontrar terreno húmedo y se echa en el fondo carbón vegetal para recibir el pierdefluido el cual se entierra de lo mismo rellenando el resto del pozo con tierra. Si el terreno es seco, además del pozo, se abren zanjas de 4 á 5 metros de longitud terminadas en hoyas, donde se colocan los ramales del conductor y se envuelven en cok haciendo que acudan allí las aguas pluviales.

858. La eficacia de los pararrayos debe comprobarse periódicamente, al fin del otoño ó después de una tormenta, para asegurarse de que no hay solución de continuidad hasta la tierra y de de que se conservan bién las puntas ó no se ha oxidado la parte sumergida en los pozos pues hay aguas que corroen el metal.

ARTÍCULO VII

Pintura de edificios.

De los colores.—859. Existen tres colores simples: el rojo, el amarillo y el azul, considerándose como auxiliares, el blanco y el negro. La combinación del rojo con el amarillo produce el ana-

ranjado, la del amarillo con el azul da el verde y la del azul con el rojo el violeta pudiendo pasarse de unos á otros insensiblemente. El amarillo y el verde son alegres y el azul triste: el rojo hace venir los objetos adelante, el amarillo atrae y retiene los rayos de luz el azul es sombrío y el orden de luz á sombra es: blanco, amarillo rojo, azul y negro.

Materias colorantes.—860. Las sustancias que principalmente se usan en la pintura de edificios son las siguientes:

Colores blancos. El albayalde ó blanco de plomo que ennegrece á la acción atmosférica; el blanco de cinc ó de nieve más hermoso y permanente; la tiza, la tierra blanca, la cal viva y el yeso

Colores amarillos. El de corona ó de cromo es anaranjado y de color de canario; el oropimente parecido al limón y el ocre cuyo amarillo es más ó menos oscuro, mate ú opaco, suave al tacto y jabonoso.

Colores morenos. La Siena natural tiene un amarillo pardusco trasparente; la tierra de sombra es entre amarilla y verde súcios; la tierra de Cassel es más oscura con viso rojo y la de Colonia todavía más oscura.

Colores rojos. El bermellón ó cinabrio en polvo es el de más brillo pero lo pierde con el calor; el azarcón ó minio ennegrece al aire y en el hierro lo destruye el agua; el carmín que es de dos clases, carmín lona, pálido y amoratado, esponjoso, que lo destruye la luz y no debe mezclarse con cal, y el carmín laca cuyo color es más vivo; el albín, pavonazo, almagre ó almazarrón dá un rojo oscuro y el rojo rey uno amoratado pero más fino y suave.

Colores azules. El de Prusia ó Berlín tiene un hermoso azul oscuro con reflejos rojizos y no debe usarse sobre la cal, ni en sitios expuestos al sol; el ultramar ó real de un bello color que se mezcla bién con todas las materias pero toma un tinte verdoso con la luz artificial; el azul ceniza, esponjoso; el cobalto de más subido color que el anterior resiste al calor, á los ácidos y emanaciones sulfurosas pero á la luz toma una tinta violeta; el azul mineral, cuya tinta varía desde el azul pronunciado al claro, cubre poco, es difícil de manejar y de incorporarse á otros resistiendo mal á los rayos solares y el azul añil ó indigo oscuro negruzco con vivos cobrizos.

Colores verdes. El de Mitis ó de París es como el del papagayo, de una frescura notable y mucha solidez mezclándose bién con otros; el verde montaña ó fijo es de color de esmeralda ó de cardenillo, tiene brillo diamantino, vítreo ó sedoso y el verde inglés más oscuro que el Mitis y más claro que el fijo.

Colores negros. El humo de pez ó negro de humo que no se mezcla bién con el agua; el negro de huesos ó animal es más ama-

rillento que el anterior pero que se mezcla bién; el negro de sarmiento que se tiene por el más hermoso y el de márfil de tinta muy rica pero que se seca dificílmente.

861. Casi todos los colores anteriores es preciso molerlos sobre una losa de mármol y para usarlos añadirles agua, aceite ó aguarrás de modo que tengan la fluidez conveniente; la industria los proporciona hoy ya preparados. Cuando se mezclen varios se cuidará de removerlos constantemente á fin de que los más pesados no se vayan al fondo y resulten matices diversos en la pintura.

Ha de tenerse principalmente cuidado para manejarlos, que son venenosos ó nocivos para la salud: el albayalde, el cromo y el oropimente, el bermellón y minio, el azul ceniza y el cobalto.

De la pintura en los edificios.—862. Tiene por objetos principales el preservar los materiales de la acción del tiempo y contribuir á la ornamentación y limpieza. La pintura es *ordinaria* cuando se reduce á extender varias capas de colores sobre las superficies de paredes, techos, armaduras, puertas, etc., denominándose también *de brocha* porque con ésta se aplica. Se llama *decorativa* cuando imita el veteado y color de las maderas ó piedras ó embellece las superficies con adornos ó figuras. Para ello deben juntarse tonos y colores bién marcados sin matices desvanecidos, aislando los tonos por medio de filetes negros ó blancos ó con un negro entre dos blancos si son obscuros. Hay que tener presente también si se emplean en partes entrantes y obscuras ó en superficies planas y salientes: una pilastra ó columna aparece más esbelta si se pinta con bandas ó fajas verticales y resulta más sólida y ancha dibujando las fajas diagonales ú horizontales. Cualquiera que sea la superficie, las pinturas sobre fondo claro parecen mayores que sobre fondo oscuro. Un solo color rojo ó violado desfavorece las caras y el anaranjado fatiga la vista.

Varios son los procedimientos para pintar, así como los líquidos y otras sustancias que se emplean además de las colorantes, y de aquí las denominaciones de pintura que más adelante se explican.

Preparación de los cuerpos para recibir la pintura.—863. Después de quitado el polvo, raspadas las desigualdades y cubiertos ó tapados los desperfectos, se prepara la superficie que ha de recibir la pintura de modo que no absorba demasiado líquido á fin de que deje á la materia colorante todo su matiz: esta preparación es lo que se llama *imprimación* ó *aparejo*. La mejor es la hecha por el mismo sistema de pintura que haya de usarse á la vista aunque empleando sustancias más baratas. Se imprima por capas delgadas por ser preferible repetirlas á darlas gruesas.

Las paredes se preparan tapando las grietas ó desperfectos con

mezcla y raspando las antiguas pinturas: cuando son húmedas ó salitrosas hay que levantar el revoco y sustituirlo con otro hidráulico dándole si es preciso, con una brocha, un baño hidrófugo en varias manos con una mezcla de cera derretida en tres partes de aceite de linaza con $^1/_{10}$ de litargirio ó de dos ó tres partes de resina con el mismo litargirio cuyo baño se aplica en caliente. Puede sustituirse el revoco con otro impermeable (**447**).

El hierro se imprima generalmente con minio al óleo siendo preferible el albayalde para sitios húmedos porque no se deja arrastrar tan fácilmente por el orín: en la parte que esté oxidada debe untarse ligeramente con aceite que después se limpia; y si el hierro es nuevo y tiene alguna tersura se le frota con papel de lija. Al plomo se le da con vinagre para quitarle el bruñido del laminador y al cinc se le quita el óxido que lo cubre dándole con agua acidulada si es fundido y frotándolo con arena fina ó piedra pomez si está en chapas.

Las maderas deben estar secas y bién labradas porque si están verdes salta la pintura al secarse y si no están lisas, ni las cubre el color ni dejan lucir á éste todo su buén aspecto: los nudos resinosos sudan y manchan el color y deben frotarse con piedra pomez y lavarse con esencia de trementina ó con ácido nítrico debilitado ó sustituirlos con masilla de vidrieros (**837**) ó con plaste hecho de yeso mate y aceite de linaza. Después se emplastece la madera para taparle las grietas y desperfectos y si se ha de barnizar se alisa con piedra pomez, con papel de lija ó con cola de caballo.

El vidrio, si no ha de quedar transparente, se prepara con una mano de barniz fino y se hace traslúcido pintándolo de blanco y pasándole un difuminador para que desaparezcan las vetas que produce el pincel.

Pintura á la cal.—864. Pertenecen á esta clase los blanqueos en los que se emplea la cal grasa muy blanca y pura, el yeso y la tierra blanca: la cal se apaga con anticipación para hacer de ella una masa espesa que después se convierte en una lechada clara para emplearla. Se sostiene el tono del blanco agregando en la última capa un poco de azul ó añil, debiendo ser azul ultramar ó humo de pez si se blanquea con cal. Se da un tinte amarillo, rojo, gris ó negro añadiendo la cantidad necesaria de ocre amarillo, de albín ó de negro hueso. La cal teñida de azul, gris y ciertos rojos casi siempre toma el viso amarillento.

Pintura al fresco.—865. Es la que se hace con los colores disueltos en agua y se aplica sobre revocos frescos. Esto se consigue no haciendo el albañil más extensión que la que pueda pintarse antes de que se seque (**445**). Si el enlucido es de yeso, que se seca rápidamente, deben mezclarse con él los colores antes

de enlucir. Esta pintura no admite colores que puedan ser atacados por la cal y se emplean solamente los de las tierras naturales de donde resulta una tonalidad baja y apagada que no es de buén efecto en el interior.

El agua se sustituye con leche desnatada pero no ágria, lo que permite ocupar las habitaciones así que se seca, no produce olor y puede aplicarse sobre pinturas antiguas.

Se emplea también la patata cocida con doble cantidad de yeso ó de materias colorantes cuya pintura se adhiere fuertemente a las paredes y maderas interiores sin hendirse ni caer en polvo.

La industria ofrece con el nombre de *idine* un polvo blanco y fino que puede aplicarse con agua á las paredes de cal, cemento y yeso y con el de *kromina* otro producto de colores varios, el cual es desinfectante al aplicarlo y puede lavarse la pintura cuando está endurecida.

Pintura al temple ó á la cola.—866. Se diferencia de la anterior en que el agua tiene cola. Esta no debe ser ni muy fuerte porque sería quebradiza y saltaría en lascas la pintura, ni muy floja porque se pegaría á todo cuanto la rozase y marcharía con facilidad hecha polvo: la mejor cola es la de retal por su limpieza, falta de olor y no resquebrajarse con el calor.

Esta pintura solo puede emplearse en el interior de un edificio. El revoco donde se ha de aplicar debe ser fino y mate y estar enteramente seco preparándolo con una mano de agua y cola. Los colores se muelen en agua que no contenga sulfato de cal y se mezclan hasta que hacen hilo empleándolos templados, es decir ni demasiado fríos porque agarrarían mal, ni muy calientes porque no cubrirían bién. Se puede hacer brillante esta pintura dándole dos manos de cola muy floja y cuando están bién secas, pasándole dos ó tres manos con barniz de espíritu de vino.

Pintura al óleo.—867. El aceite con que se prepara es generalmente de linaza la cual se hace secante, mezclándole liturgirio ó sal de Saturno. Se debe hacer de una vez todo el color para que tenga el mismo tono y resulte de una transparencia y brillo iguales. La imprimación debe hacerse con la misma clase de pintura y no con agua de cola pues aunque economiza color después, se agrietea con las variaciones atmosférica y concluye por desprenderse.

Esta pintura se aplica en frío, y solamente cuando se quiere preparar una superficie nueva ó húmeda se extiende caliente y mejor hirviendo: la brocha debe pasarse de un lado á otro ó de arriba abajo pero siempre al mismo hilo y de modo que al retroceder no abandone lo que se pinta pues se mancharía.

Preserva por mucho tiempo esta pintura á las maderas y hie-

rros, pero se enracia el aceite donde hay poca ventilación. Con el nombre de *stibium* se vende un color que tiene antimonio reducido á polvo fino, el cual mezclado con aceite de linaza se aplica principalmente al hierro, al que impide que se oxide resistiendo á la intemperie y á las emanaciones amoniacales. La *bengalina* es una pintura esmalte que se presenta en 80 matices diversos y se aplica sobre madera y hierro y también sobre cemento y yeso al cual hace impermeable. En la pintura sobre vidrio cuando éste no tiene color (155) y se desea transparencia, se emplea el color desleido al barniz, y con aceite de linaza si ha de quedar opaco: se da la mano de pintura al óleo y encima, cuando está seca, otra de barniz transparente.

Pintura al barniz ó chamberga.—868. Puede ser *al barniz graso, al alcohol* y *al aguarrás* y en todos la imprimación debe ser esmerada y el color molerse con aguarrás. En su aplicación se procura no pasar la brocha más que una vez y esto con muy poco barniz y no dejando nada sin barnizar porque resultan manchas, dándose dos manos cuando menos, más cargada de barniz la segunda que la primera pues ésta sale un poco mate.

El barnizado es preferible á la pintura al óleo en el interior por su mucho brillo y hermosura pero no así al temporal.

Dorado y plateado.—869. Los materiales que se emplean son de varias clases y cualidades, desde el oro más puro hasta el polvo de cobre llamado purpurina los cuales se aplican al temple ó al óleo.

En el primer caso, se preparan los cuerpos con varias manos de yeso y cola pulimentándolos después: se extiende una mano de mordiente que proporcione la adherencia y se aplican luego las hojas de plata ú oro con un poco de algodón en rama ó con un pincel.

Para dorar ó platear al óleo, se pinta de este modo con ocre ó albayalde ó con ambas materias y cuando la última mano está mordiente se aplican las hojas. Los metales se limpian antes con un ácido y se pintan con aceite muy secante y un poco de albayalde, fijándose las hojas de plata ú oro antes de que se seque. La purpurina se espolvorea con una muñequilla ó pincel cuando está todavía húmeda ó mordiente la pintura al óleo.

Bronceado.—870. El hierro que se quiere broncear se pinta al óleo con un color verde que suele ser el fijo y antes de que se seque se espolvorea purpurina dorada con una brocha, cuidando de cargar poco en las partes hundidas y más en las salientes. La purpurina se suple con ocre claro molido pero no da el brillo metálico que aquélla. Cuando la pintura ha de estar á la intemperie se debe barnizar.

Embreado.—871. La brea se derrite al fuego en una caldera y se aplica hirviendo con una brocha esperando que una capa esté seca para darle otra. Cuando se desea que las juntas no dejen paso al agua se *calafatean* después del embreado, es decir se las rellena de estopa embreada empleando un punzón ó cincel: luego se aplica una mano ó varias de alquitrán líquido.

El embreado conserva la madera expuesta á humedades; pero como absorbe el calor, la madera se recalienta y desaparece el barniz de la superficie dejándola muy untuosa siendo por esto conveniente mezclar la brea con asfalto y cal.

Pintura hidrófuga.—872. Para que una pintura pueda resistir á los efectos destructores de la intemperie preservando de la humedad los objetos sobre que aquélla se aplica se emplean colores ó procedimientos especiales, según se hayan de aplicar á las fábricas ó á las maderas ó metales. Tienen generalmente la brea ó alquitrán como base y los fabricantes indican por lo común sus componentes así como la manera de aplicarlos por lo que no se detallan en este lugar.

Pinturas incombustibles.—873. Preservan hasta cierto grado los objetos que cubren y en su composición entra como base esencial el amianto que es un mineral casi incombustible.

CAPÍTULO VIII.

Medios auxiliares de la construcción.

ARTÍCULO I.

Andamios.

Variedad de andamios.—874. Cuando una construcción se eleva más de metro y medio del suelo, necesita del medio auxiliar llamado *andamio* que es una armazón de madera sobre la que pueden trabajar los operarios y colocarse los materiales con las máquinas ó aparatos para su elevación. Han de ser económicos y ligeros aunque de la resistencia suficiente y tener la facilidad de poderse armar y desarmar.

Los andamios son fijos ó móviles: los primeros se hacen *verticales* para la construcción de paredes y *horizontales* para la de bóvedas ó techos; los segundos pueden ser *volantes, corredizos, giratorios* y *colgados.*

Andamios verticales.—875. Los *simples ó de albañil,* que éstos construyen para levantar paredes, consisten en una fila de postes *as, as (fig. 812)* llamados *almas ó espárragos* que se hincan en el terreno hasta unos 80 c/m y distantes de la pared de 1 á $1^{m}50$ y entre sí de 2 á 3^{m}, los cuales sostienen con ataduras unos travesaños ó *puentes pn* apoyados y acuñados en la pared en la que se dejan al efecto unos huecos cuadrados ó *machinales.* Sobre los puentes se establece un suelo de tablones *tb* que no tengan nudos saltadizos ni ningún otro defecto que pueda producir rotura, los cuales se atan á los puentes y se disponen unos con otros de manera que no puedan balancear cuando se carguen sus extremos libres: este piso queda algo separado de la pared para el fácil manejo de reglones, plomadas, etc., y á fin de dar seguridad á los operarios se atan sólidamente como antepechos unas piezas horizontales *hh* que al mismo tiempo prestan estabilidad al andamio. Sobre el piso dicho y según se eleva la obra se disponen otros tableros á $1^{m}75$ de altura y cuando los maderos que constituyen las almas no alcanzan se empalman otros, atándolos bién y apoyando su extremo inferior en los puentes ó en ejiones ó tacos clavados en las almas, además de hacerles una muesca *(fig. 813)* cuyo medio

puede emplearse también para que sirva de apoyo á los puentes. Se da más estabilidad al andamio enlazando unos postes con otros por medio de piezas horizontales ó carreras donde se apoyen los puentes y se evita que cabeceen las almas ó pierdan su aplomo lo que produciría la caída del andamio, disponiendo cruces de San Andrés de unos á otros.

Cuando no pueden dejarse mechinales en las paredes se procura colocar las almas frente á los huecos (*fig. 814*) y se apoyan los puentes por el interior del edificio en puntales *ab* llamados *parales* ó en el mismo hueco mediante un postecillo *rc* al que se atan; y para que las almas no puedan moverse, se afianzan con puntales *po*, *pm* ó se atan los puentes á los maderos de suelo *M*. También pueden apoyarse los puentes en maderos *N* dispuestos entre dos tabiques ó paredes transversales ó entre dos parales. El andamio se puede hacer independiente disponiendo junto á la pared otra fila de almas frente á las anteriores para sostener los puentes.

876. Los andamios *de ensambladura* se construyen por los carpinteros con el esmero de los entramados de paredes (**386**) empleando maderas escuadradas y haciendo las uniones por medio de ensambladuras que se aseguran con clavos ó pernos y con los ejiones ó tacos antes indicados. Las almas ó espárragos cuando necesitan gran resistencia ó longitud se forman como indica la *fig. 815* con piezas acopladas á junta plana teniendo una de ellas la *ar* la mitad de altura que las demás para que los empalmes *a*, *b*, *c* se puedan fijar bién con sogas ó mejor con grapas, pernos ó cinchos. Por su pie no se hincan muchas veces las almas en el terreno sino que apoyan en soleras enlazadas formando un emparrillado especialmente cuando el piso está enlosado.

877. La parte de andamio destinada á la elevación de los materiales se refuerza con cruces ó aspas de San Andrés ó empleando maderas más gruesas que en el resto. Generalmente cuando la obra se construye de sillería, se construyen para este objeto unos andamios llamados *castillejos* (*fig. 816*) formados de cuatro postes en planta cuadrada que se enlazan por puentes á la altura de los pisos de trabajo asegurándose la estabilidad con cruces de San Andrés. El espacio rectangular interior queda libre para subir los materiales.

Esta forma de andamio se adopta para la construcción de obeliscos, monumentos ú obras aisladas dándoles interiormente las dimensiones adecuadas, y al exterior la de una pirámide para aumentaa su estabilidad contra los vientos. Pueden también apuntalarse los ángulos en sentido de las diagonales.

878. Cuando los andamios no pueden descansar sobre el terreno se adoptan diversos medios según los casos. En el andamio

de báscula (fig. 817) se fijan fuertes puentes *ab* por el interior del edificio atándolos á los maderos de suelo *M* para evitar su balanceo, y sobre su extremo saliente *a* se coloca el poste *A* asegurando su pie con ataduras, con herrajes apropósito y mejor con manguetas *mn:* cuando se tiene el otro piso *M'* se coloca el puntal *P* interponiendo unos tarugos *t* como cuñas para que no tenga movimiento y asegurar la atadura *dc*. La *fig. 818* indica otro andamio de báscula en que el puente *ab* apoya por su medio en la pared y su extremo interior *b* se ata ó fija á un postecillo *bc* que á su vez está sujeto inferiormente al madero de suelo *M*. Se fijan igualmente los puentes *(fig. 819)* en tornapuntas *ad* cuyos pies se fijan con mezcla en el hueco de un balcón, en una cornisa ó saliente ó en un mechinal: el extremo *b* del puente se apoya y ata en un pie derecho *bc* arrimado á la pared por la parte interior. El poste ó alma *A* se ata por su pie al puente y á la tornapunta para que no tenga movimiento. El andamio que representa la *fig. 820* abarca en su medio una pared y se establece sobre tornapuntas *ts, ts,* que apoyan en el hueco de una ventana y sobre postecillos *P* ensamblados en ellas estando asegurada la estabilidad por medio de manguetas *mm, nn* que enlazan dichas piezas con un poste *ab* dispuesto en un hueco ó arrimado á la parte construída y encajado por su pie *b* en la fábrica ó en una solera. Este sistema puede continuarse hácia arriba aprovechando los huecos superiores de la pared para enlazar las tornapuntas de un lado con las de otro.

Andamios horizontales.—879. El más sencillo empleado para construcción de techos sean cielos rasos ó cubiertas de la altura ordinaria, se forma apoyando contra las paredes opuestas de una crujía unos parales *bc* (*fig. 821)* separados entre sí de 2 á 3 metros á los que se atan formando horcas los puentes *dd* que han de recibir los tablones del piso del andamio. Si las crujías son muy anchas se empalman los puentes con ataduras apoyando su unión en postes *P*. Cuando la altura de la cubierta ó techo pasa de lo común se disponen á distancias de 3 á 4 metros los entramados verticales necesarios uniéndolos con carreras de cierta en cierta altura hasta poder establecer sobre ellas el piso de tablones para el trabajo.

Las cimbras para construcción de bóvedas se utilizan como andamios, estableciendo planos escalonados apoyados en ellas y muchas veces sobre la misma bóveda según se voltea.

Para revestir cubiertas de mucha pendiente ó hacer reparaciones en ellas, se puede hacer uso de caballetes triangulares hechos de tablas *(fig. 822)* los cuales se atan para sujetarlos á la armadura y se sientan sobre haces de hierba ó paja para que no resbalen. Sobre ellos se colocan tablas de unos á otros para formar un suelo á los operarios.

Andamios volantes.—880. Se consideran así los que pueden desmontarse en todo ó en parte para armarlos á continuación á medida que avanza una obra y se componen por lo general de tres ó más entramados verticales del ancho del andamio y normales á la obra entre los cuales se establecen los pisos de trabajo, de manera que terminada la parte de obra que se alcanza con la longitud de este andamio, se desarma el tramo primero y se arma á continuación del tercer entramado y así sucesivamente.

El andamio indicado en la *fig. 820* puede considerarse como volante porque es susceptible de desarmarse parcialmente lo que corresponde á un hueco ya terminado y montarse en otro á continuación.

Para construir paredes de hormigón puede hacerse un andamio con palomillas *nda* (*fig. 823*) que se fijan en la parte ya construída por medio de clavijas cónicas *ac*, *ee* las cuales entran en los taladros dejados en el hormigón inferior. Estas palomillas se disponen á 2 metros unas de otras por ambos lados de la pared y sobre ellas se tienden los tablones del piso *nd*.

En paredes entramadas de hierro se emplean cartelas que se fijan en los postes por medio de pernos los cuales se colocan en los mismos taladros practicados para el ensamble de las piezas del entramado y se sustituyen por los definitivos á medida que las paredes se elevan.

Andamios corredizos.—881. Se componen generalmente de dos entramados verticales enlazados como los castillejos pero montado el conjunto sobre un bastidor con ruedas, rodillos ó patines, para poder correr ó resbalar sobre carriles ó canales que se fijan á nivel en el suelo ó en la obra. Se emplean en construcciones largas de un ancho y alto constantes.

Para la construcción de una galería abovedada (*fig. 824*) puede montarse el andamio sobre un bastidor con ruedas *bb* en el que se levantan tres cuchillos compuesto cada uno de cuatro piezas inclinadas que se cruzan en *o* y *c*, enlazándose por medio de correas *r*, *r*, sobre las cuales y unos postes *P*, *P*, apoyan los puentes *nt* para formar los pisos de trabajo. Para naves de gran anchura conviene que el bastidor de la base marche por tres ó cuatro carriles y que sobre las ruedas estén los apoyos ó pies principales del andamio como se observa en el que representa la *fig. 825* donde además de los pisos laterales de trabajo *B*, *B*, se ha formado en la parte superior uno poligonal *dbc* y delante de él y más alto, uno horizontal *hh*.

Andamios giratorios.—882. Son aplicables para trabajos accesorios ó revestimiento interior de cúpulas ó edificios cónicos y se componen generalmente de dos cuchillos dispuestos en la di-

rección de dos meridianos que se enlazan por piezas horizontales para presentar los pisos de trabajo escalonados. Este andamio necesita tener bién fijos los dos quicios, alto y bajo, en los que entran las espigas del eje vertical de rotación y se apoya por la circunferencia que describe al moverse, en ruedas que resbalan sobre un carril circular á nivel.

Andamios colgados ó suspendidos.—883. Se emplean para restaurar ó repasar una obra y á veces para completarla. Basta en algunos casos una cuerda de nudos fijada en la parte superior de le pared de la que cuelga una tabla ó asiento para el operario, la cual puede ser un tablón ó dos *(fig. 826)* sujetos en traveseros *T* colgados de poleas ó polipastos *P* para que los mismos trabajadores los suban ó bajen. El aparato es en ciertos casos una jaula formada por un cajón de palastro suspendido de cuatro varillas que se enlazan por un antepecho y se unen dos á dos para colgarse por su medio de otra arqueada donde se engancha el polipasto.

En el andamio dibujado en la *fig. 827*, los tablones del piso de trabajo se apoyan sobre traveseros *T* sostenidos por clavijas que entran en agujeros practicados á lo largo de los bastidores *bs* suspendidos de piezas salientes *cs* fijadas sólidamente en lo alto de la pared ó mantenidas sobre ella mediante contrapesos que equilibran el peso y carga del andamio.

Cuando en las bóvedas se han dejado garfios ó ganchos de resistencia para su restauración, se cuelgan de ellos los tableros de piso á las alturas que sean convenientes ó se enlazan unos con otros de un modo análogo al que indica la *fig. 828*.

ARTÍCULO II

Transporte y elevación de materiales.

Medios de conducción.—884. Con la pala se puede arrojar la tierra ó materiales menudos hasta 4 metros de distancia ó 1m65 de altura: la espuerta y útiles análogos así como las angarillas ó parihuelas, que necesitan dos hombres, se usan en distancias menores de 30 metros ó cuando el camino de conducción no permite paso más que á dos hombres. La carretilla que puede ser calada como la angarilla ó tener la forma de cajón de una capacidad fija para servir de medida, debe emplearse en distancias hasta de 30 metros si su capacidad es menor de 30 litros y á 50 metros cuando sea mayor la cabida.

En mayores distancias, se emplean entre otros: el *carretón* de

dos ó cuatro ruedas, que tiene un tablero cerrado por paredes bajas formando una caja de 160 á 200 litros de cabida y sirve para distancias de 160 metros: el *carro* ordinario de una caballería que puede transportar 0,500 de metro cúbico á la misma distancia, y el *volquete* que lo sustituye con ventaja, porque su caja está independiente de las varas y puede volcar hácia atrás abreviando así la descarga.

885. Los materiales pesados como sillares, vigas, etc., se arrastran mediante rodillos *(fig. 9)* moviéndose con palancas ó maromas y algunas veces por un *cabrestante*, que es un torno dispuesto como la *fig. 58* pero que en vez de tornillo tiene el árbol cilíndrico, al que se arrolla la maroma.

Se transportan también los materiales pesados ó voluminosos sobre zorras (**40**) que cuando tienen ruedas en vez de rodillos y una lanza para tirar de ellas se llaman *cangrejos*, los cuales pueden además volcarse hácia atrás facilitando la descarga.

Para transportar vigas se acostumbra emplear un juego de ruedas con lanza, de la que se cuelgan aquéllas por medio de cuerdas ó cadenas.

En casos especiales de importancia ó situación de una obra, se hace el transporte de materiales al pie de otra por medio de vagones cuya cabida es de 1,500 metros cúbicos á 3,000, los cuales marchan sobre una vía férrea.

Medios de elevación.—886. Los materiales poco pesados que se conducen en espuertas, cubos ó útiles análogos, se suben á mano á los andamios por medio de escaleras portátiles (**743**) ó empleando sogas ó cuerdas y una polea fijada en lo alto como la *P (figura 814)*.

887. Cuando los materiales son pesados, se usa el torno *(fig. 85)* el cual, unas veces se coloca en lo alto del andamio pudiendo marchar por él mediante ruedas que se ponen en su base y otras en el suelo asegurándolo bién para que el peso que se eleva no lo levante ni lo mueva: esto se evita del modo que se indica en la *fig. 816*, haciendo pasar la maroma ó cuerda por una polea *L* fijada en un travesaño inferior del andamio.

888. La cabria *(fig. 11)* se emplea colocándola encima del andamio ó haciéndola marchar sobre él como se indica en *C, C (figura 825)*. Algunas veces se reducen sus piernas á las dos que tienen el torno *(fig. 11)* pero sosteniendo su cúspide *P* por medio de cuerdas llamadas *vientos* que se atan á puntos fijos de la misma obra ó del andamio. En ocasiones, se da á la cabria una altura extraordinaria como la dibujada en la *fig. 829*, la cual tiene ruedas para su traslación y sirve además de andamio ligero que puede suplir á otros más costosos.

889. Se emplea la grua como se dijo en su lugar (**40**) trasladándola de sitio, cuando es necesario, mediante las ruedas que se marcan en la *fig. 10.*

Se modifica la grua unas veces como se ve en la *fig. 830* llamándola *pescante* el cual gira sobre un tejuelo *a* fijado en el suelo, y otras veces sobre el andamio *(fig. 831)* tomando entonces el nombre de *pluma*. Ambos aparatos se fijan en su posición por medio de vientos *V.*

890. Para elevar los materiales menudos que pueden entrar en espuertas ó cubas, se cogen éstas con el gancho *G (fig. 814)* en que termina la cuerda de suspensión; pero cuando se trata de sillares hay que atarlos ó sujetarlos, es decir *embragarlos,* para que no se caigan ni se estropeen. Se usa por lo común una cuerda sin fin ó sin puntas, según aparece en *S (fig. 830)* cogiéndola por su cruzamiento con el gancho de suspensión, cuidando de interponer paja ó estera *e, e* llamada ropa en las aristas del sillar ó cuerpo que se sube para que no se desportille ó se corte la cuerda. El sillar se dirige ó guía durante su elevación por medio de vientos ó cordeles atados al gancho de suspensión para que no tropiece con la fábrica ya construída y para llevarla al sitio que ha de ocupar en la obra.

La cuerda sin fin estorba para el asiento del sillar y se ha ideado embragarlos con la clavija llamada *castañuela ó diablo (figura 832)* que se compone de tres piezas de hierro, las laterales más anchas por abajo que por arriba las cuales se introducen en una caja practicada en el sillar y una vez dentro se mete entre ellas la central *cc* que las aprieta contra el sillar: se coloca luego la argolla *esd* y se asegura el todo con el pasador *ed*. La castañuela se hace también como se ve en la *fig. 833,* entrando primero la pieza central con la abrazadera *aa* y después las laterales. Otras veces se da al útil la forma de una tijera *(fig. 834)* la cual tiene sus brazos acodillados de manera que entra cerrada en la caja del sillar teniendo abiertos sus brazos *A,* los cuales al tirar de ellos se cierran abriéndose los *B* que están en el sillar.

Se emplean también unas *tenazas* como las indicadas en la *figura 816* las cuales cojen al sillar *S* introduciéndole sus uñas en pequeñas cajas abiertas en las caras laterales de la piedra.

Sin necesidad de cajas, se sujetan los sillares ejerciendo gran presión en las caras laterales por medio de palancas en forma de quijadas *en, (fig. 835)* cuyos ejes de giro están dispuestos en los extremos de una fuerte armazón *eaae,* la cual tiene una pieza *aa* provista de agujeros para fijar en ella por medio de clavijas más ó menos separadas, las partes *ac* según pida la anchura del sillar. La presión se ejerce en otros aparatos mediante planchas ó tornillos.

CAPÍTULO IX

Generalidades sobre la construcción, ruina, reparo y reforma de edificios.

ARTÍCULO I.

Observaciones sobre la construcción.

Condiciones climatológicas.—891. El calor, el frío y las lluvias del país donde se edifica deben tenerse muy presentes, pues atraviesan más ó menos las paredes y techos según es su grueso y la mayor ó menor conductibilidad de los materiales, lo que aconseja aumentar el espesor de las fachadas en el campo, especialmente cuando se quieren atenuar los rigores de las altas ó bajas temperaturas del exterior.

En donde reinan vientos huracanados, las paredes han de ser bastante fuertes para resistir por sí solas y los pies derechos (sean aislados ó de entramado) se han de asegurar bién por su pie y enlazarlos por piezas diagonales que establezcan una triangulación indeformable. Los vanos se disponen de manera que puedan cerrarse con solidez, pues si el viento penetra en el interior del edificio puede levantar las techumbres y los maderos de suelo obrando como palancas en las paredes las pueden derribar, lo que aconseja que no se hagan grandes naves ó que se subdividan.

Las trepidaciones que causan los terremotos agrietean y son causa de la caída de una obra de fábrica, de donde se deduce la conveniencia de que sean de poca altura ó se construyan de madera ó de hierro bién apuntalados y enlazados para que aunque se muevan, recobren después la estabilidad.

Elección de los materiales según sus cualidades y destino. —892. Los materiales, aun de una misma clase, no son buenos para toda clase de obras y por lo tanto á cada uno debe darse el destino más adecuado, teniendo presente que en un edificio hay partes donde basta lo bueno, otras donde puede ser aceptable lo mediano y otras donde es indispensable lo mejor. La parte inferior que sostiene debe ser más robusta que la superior ó sostenida y construirse con mejores materiales y de mayor densidad dejando para la superior los más ligeros.

893. La madera es de poca duración y su combustibilidad un gran inconveniente, siendo solo aceptable donde está barata por el poco espacio que ocupa en la construcción de paredes. En la de grandes dimensiones hay mayor garantía de bondad y más facilidad de sustituirla y repararla así como una menor mano de obra, pero su precio no es proporcional á su volumen sino que aumenta progresivamente por la escasez de grandes árboles y dificultad de su conducción, lo que obliga á reducir sus dimensiones y repartir mejor las cargas sobre los apoyos.

894. Las cualidades del hierro y del acero que se prestan á tomar todas las formas y á salvar grandes espacios hacen hoy posibles obras que no lo son con la madera. La facilidad de construirse estas obras por partes y unirlas con brevedad es otra ventaja sobre las de fábrica, en las que hay que esperar á que asienten las inferiores para levantar las superiores. Se presta además mejor que la madera á las uniones sin que por eso se debilite el metal por la facilidad de reforzarlas, con la ventaja en el hierro forjado ó laminado de poderse doblar y soldar cuidando, sin embargo, en todo caso, de que la unión no dependa solamente de una pieza. Bajo otro punto de vista, el hierro forjado es más caro que el fundido y la obra gruesa es más barata, pero también de menos resistencia especialmente en el forjado y laminado donde la acción mecánica del martillo ó de los cilindros no penetra por igual en toda la masa. Para evitar los efectos de la dilatación y contracción, conviene que una armadura metálica de importancia se mueva libremente sobre sus apoyos para que no los haga ceder ó se descomponga aquélla. En caso de incendio, el hierro colado se funde y el forjado se alabea ó tuerce pudiendo acarrear la ruína ó caída de las paredes.

895. La obra más permanente es la de fábrica de sillería no siéndolo menos la de mampostería y la de ladrillo cuando las mezclas han adquirido su completo endurecimiento. Las tapias ó paredes de tierra presentan en nuestro país numerosos ejemplos de su gran duración pero no pueden hacerse de menos de 0^m35 de espesor.

896. Como la arena se funde con el fuego y la cal se pulveriza, los morteros comunes no sirven para exponerlos á él y para este caso son preferibles los hidráulicos porque la arcilla que contienen es infusible. Donde la fábrica ha de exponerse al fuego, el mortero se hace con arcilla refractaria, empleándose sola unas veces y otras con mezcla de arena, arcilla cocida, grafito, etc.

La mezcla hidráulica parece que es la mejor para construcciones lo mismo al aire que dentro del agua ó en terreno húmedo: pero su precio elevado aconseja emplearla al aire libre solamente cuando haya necesidad de que endurezca pronto.

El yeso debe emplearse con parsimonia al aire libre siendo excelente en obras interiores, pero no debe gastarse en sitios húmedos ni en obras que exijan perpetuidad. Por su poco peso y pronto fraguado tiene aplicación en tabiques y construcciones ligeras y por su docilidad y finura es muy apropósito para cielos rasos y molduras.

897. La higiene que debe observarse en la construcción de casas exige que los materiales sean impermeables, especialmente en la parte inferior de las paredes para que no permitan el paso de la humedad atmosférica que las atraviesa, y en los cimientos porque la del terreno sube por capilaridad acompañada de substancias en descomposición que inficionan el aire de las habitaciones.

Montea y montaje de las obras de madera y de hierro.—898. Al hacer la montea (**250**) se procura que las partes en que se divida la obra sean manejables y de fácil trasporte y que al unirlas no se estorben unas á otras y mucho menos que la colocación de unas haga imposible la de las demás. En la madera se procura que no caigan varios ensambles en un punto porque la debilitan.

899. El montaje ó sea la colocación y enlace de las diferentes partes de una obra de madera ó hierro en el sitio que deben ocupar puede ser *en plano* ó *en elevación.*

Se hace en plano ó sobre un suelo cuando los elementos constituyen unos mismos planos y el enlace no ha de ofrecer evidentemente dificultades para su colocación y enlace. Un cuchillo de cubierta se arma en el suelo ó en un andamio dispuesto en el mismo sitio que ha de ocupar aquél, asegurando bién unas piezas con otras y luego se endereza ó suspende sobre sus apoyos valiéndose de un polipasto ó polea diferencial cuya acción se dirije con cuerdas ó vientos que por un cabo se atan á puntos convenientes del cuchillo y por otro son manejadas por operarios que tiran ó aflojan según sea necesario: colocado en su sitio se le asegura provisionalmente con puntales ó riostras apoyadas en el andamio ó en la obra ya ejecutada y se enlaza con la pared testera, si la hay; se disponen las correas que hayan de tener su empalme en el cuchillo dejando de colocar las demás y la hilera hasta que se halle en pie ó en su sitio el otro cuchillo donde fijarlas. El ajuste de estas piezas se deja holgado y las tuercas sin apretar para que puedan ceder y fijarse después la situación definitiva. Las armaduras que por su forma pueden doblarse deben arriostrarse consigo mismas por medio de tirantes, manguetas ú otras piezas que las den rigidez.

Para montar en elevación, se necesitan andamios, que pueden ser de varios pisos, como el de la *fig. 825* empleado para formar una galería de hierro cuya sección se figura de trazos: se arman

en el suelo los postes *np* y se enderezan apoyando su pie en el punto donde han de descansar valiéndose primero de cries ó gatos · después de un cable que se fija por un extremo en la parte superior del poste y pasando por una polea dispuesta en el punto *a* de andamio se arrolla en el torno *T*. La operación se facilita apoyando el pie *n* en un rodillo que se quita cuando el poste ha tomado su posición vertical. Las carreras que unen las partes de cada lado á la altura de los pisos *B*, *B*, se suben pasando las cuerdas ó maromas por poleas dispuestas sobre ellos y arrolladas en los tornos *T*, *T*. Los segmentos ó partes A de la cercha se suben sucesiva y simétricamente por medio de las cábrias *C*, *C*. Montados dos cuchillos, se enlazan con las correas procediéndose de los arranques á la clave por los operarios situados en el andamio poligonal *dbc*, y se continúa desde el mismo con el revestimiento de la cubierta pero valiéndose de aparatos de elevación más sencillos que las gruas.

Detalles referentes á la ejecución de un edificio.—900. Los materiales de una obra deben estar preparados de antemano en los sitios convenientes para que haya el menor transporte posible al de su colocación en obra, y se dispone el amasadero de las mezclas del mismo modo pero donde no embaracen la marcha de los trabajos.

Es conveniente al rellenar los cimientos construir también las alcantarillas, atarjeas, cañerías ó conducciones subterráneas especialmente si el edificio ha de tener cisternas, depósitos de aguas ú otras obras debajo del suelo. Al elevar las fábricas sobre éste deben tenerse presentes la ventilación del edificio, el caldeamiento, alumbrado y demás instalaciones análogas, así como el surtido de aguas y su desagüe con el de las cubiertas para dejar los huecos adecuados en las fábricas evitando así las dificultades y trastornos ulteriores que afean su aspecto ó destruyen su solidez además de originar mayores gastos. Los alambres se ocultan detrás de los junquillos, molduras ó resaltos, aislándolos si es necesario por una capa de caucho ó introduciéndolos en tubos de porcelana ó vidrio los cuales deben disponerse en las paredes para que las atraviesen sin deteriorarlas. Los registros ó contadores de agua ó luz no deben tampoco olvidarse.

Las bóvedas no deben voltearse ni los entramados horizontales rellenarse hasta que no están á cubierto de las lluvias.

Cuando haya de hacerse un terraplén para igualar ó enrasar el piso bajo de un edificio, se procura que las tierras no tengan sustancias vegetales que puedan entrar en putrefacción y menos que lo estén ya: las tierras porosas, ó de grano grueso, y mejor la piedra suelta son las mejores porque impiden el paso á la humedad.

Los suelos de los pisos bajos son generalmente húmedos y par evitarlo puede sustituirse el terreno en un espesor de 0^m40 á 0^m5 con piedra suelta, carbonilla ó arena ó haciendo el solado sobr una capa de hormigón hidráulico encima de la cual se tiende otr de asfalto. Da buenos resultados también hacer el solado sobr muretes paralelos de ladrillo á modo de durmientes poniendo lo huecos en comunicación entre sí y con el exterior por medio d agujeros en las paredes.

Estación más apropósito para las obras.—901. Las estacio nes calurosas aceleran la desecación de los morteros por el exte rior haciendo difícil la del interior: el frío hiela los paramentos, la lluvias extravasan ó deslían los morteros cuando son excesivas pero la atmósfera húmeda favorece los de cal.

Por lo tanto si se trabaja en verano, deben rociarse constante mente los materiales y mojarlos para que no absorban la humedac de los morteros y si la obra ha de estar cubierta de tierra debe ést echarse desde luego para que mantenga la frescura. Las mezcla de cemento deben protegerse especialmente de los rayos solare hasta que fraguen y el terreno donde se hagan debe mante nerse húmedo para que no absorba el agua con que aquéllos se amasan.

Si se construye en invierno, se procura no emplear piedra re ción extraída de la cantera (porque la humedad que contiene pu diera helarse) y librar las fábricas de las lluvias y de los hielos: e mortero que se hiele debe renovarse, y si se paraliza la obra debe cubrírsela con paja, estiércol ó teja procurando que el aire dé bién en toda la obra para que no se reconcentre la humedad en ella.

La comodidad y salud del obrero, que facilitan el trabajo y producen economía en la mano de obra, pueden proporcionarse en países cálidos defendiéndolos de los ardores del sol por medio de telas ó cañizos cuya colocación sea fácil y el coste insignificante con relación al de la construcción.

Medios de abreviar la desecación de una obra.—902. En algunos casos, da buén resultado encerrar en las habitaciones braseros encendidos que despidiendo ácido carbónico es absorbido por la cal de los morteros favoreciendo su desecación. Después se abren todas las puertas y ventanas para que se ventilen las habitaciones.

Se aconseja elevar la temperatura del local hasta 35 á 40° después de bién cerradas ó tapadas las puertas y ventanas y colocar de metro en metro al pie de las paredes unas vasijas vidriadas anchas de boca con 250 gramos de salitre sin purificar y otro tanto de sal común bién seca en cada vasija: se preparan luego otras tantas personas con 250 gramos de aceite vitriolo cada una que

echarán á un tiempo en el salitre y se saldrán inmediatamente cerrando las puertas para no respirar el vapor que inmediatamente se levanta. La operación se repite tres ó cuatro veces al día durante cuatro semanas ó más, abriendo en el intervalo las puertas y ventanas para que se vaya el vapor.

ARTÍCULO II

Del deterioro y ruina de las construcciones.

Causas de deterioro y destrucción.—903. Los materiales son más ó menos higrométricos, algunos contienen en sí el llamado *salitre* y todos absorben la humedad del terreno y también la de la atmósfera cuando una y otra no están combatidas por la acción secante del aire atmosférico y del sol, de manera que se produce una descomposición y el salitre se presenta como mancha parda recubierta de una costra blanquecina como harinosa que destruye poco á poco los morteros y los convierte en una arena alcalina, siendo fácil entonces separar los ladrillos ó piedras sin gran esfuerzo si el salitre no los ha transformado ya en una masa blanda y movediza. La descomposición de las materias orgánicas de las cuadras, letrinas y estercoleros, producen también en gran cantidad el salitre, el cual asciende y se extiende por las paredes, contribuyendo todo á la ruina.

Por otro lado, los agentes atmosféricos y las semillas que llevan los vientos ocasionan desperfectos en las obras. En la madera las alternativas de sequía y humedad las descompone ayudadas por los gusanos, y en el metal el moho los ataca, corroe y aun destruye, perdiendo con el tiempo su elasticidad y resistencia.

La pizarra sufre con las aguas y hielos y en las cubiertas los agujeros de sujeción se ensanchan y los clavos se corroen: la teja recoge el polvo y con la humedad se producen plantas que obstruyen el paso de las aguas de lluvia y producen goteras tanto más abundantes cuanto más cerca están del alero, y cuando la teja no tiene sujeción resbala poco á poco dejando una grieta junto al caballete por donde se introducen la lluvia y la nieve.

En las obras metálicas y en las de madera, las contracciones y dilataciones y los esfuerzos á que se hallan expuestas producen desarreglos en los ensambles: las planchas se arrugan y abolsan repetidamente y concluyen por agrietarse y romperse rasgando ó ensanchando los agujeros de sujeción y deshaciendo la junta. Al cinc además le perjudica la proximidad de árboles y especialmente las

hojas de nogal humedecidas producen ácidos que corrompen el metal: en el hierro galvanizado la electricidad se desarrolla con el agua y acelera su pérdida.

En la carpintería, las ensambladuras se aflojan con el calor, las cuñas y clavijas se desencolan y caen y en una puerta *(fig. 770)*, los ángulos en *c* y *b* se abren y los *a* y *d* se cierran, es decir se caen de escuadra ó hacen nariz á cuyo movimiento ayuda el desgaste de los goznes.

La pintura se descascarilla con el sol cuando la imprimación es de cola y cuando no, se reseca quedando solo la parte mineral del color que no preserva la madera. En el interior, la condensación del vapor atmosférico y del aliento de las personas con otras causas produce gotas sobre la pintura al óleo, ennegrece la hecha al temple y descolora la del papel descomponiendo el engrudo con que se pega.

904. Las obras tienen en sí mismas dos causas de destrucción: la una es el asiento que hacen y la otra el empuje, efecto una y otra de la pesantez. En el asiento, los cuerpos obran de alto á bajo, verticalmente con toda la energía de su peso para comprimir, apretar y aun romper á los que los sostienen. En el empuje, la pesantez, que no puede obrar libremente en la dirección que le es natural, tiende á separar los obstáculos que se le oponen haciéndolos resbalar ó girar por su pie.

El terreno se hunde cuando no tiene dureza ó consistencia bastantes para resistir sin descomponerse, huye al peso de la construcción ó existe un hueco subterráneo y no tiene la roca ó terreno que lo cubre la resistencia suficiente: la obra se desnivela ó inclina si no se cae. La desigual resistencia ó cimentación de unos puntos respecto de otros desune las obras é igual efecto causa la mala distribución de las cargas y, aun en obras perfectamente construídas, la continuidad de los esfuerzos las enerva y concluye con su resistencia.

Son también causa de ruina la falta de dimensiones para resistir los esfuerzos, la mala calidad, colocación ó combinación de los materiales y el abandono de la construcción después de terminada ó sea de su conservación.

De la ruina de un edificio y señales que presenta.—905. La ruina se llama ó es *incipiente* cuando empieza la desorganización de sus partes más principales, es *avanzada* si las señales ó destrozos, aunque bién marcados, no amenazan seriamente á la construcción sostenida por la que está ruinosa y se considera como *inminente* cuando la desorganización, desuniones ó desvíos son tales que con arreglo á las leyes de la mecánica y resistencia de materiales no puede sostenerse la obra, ignorándose la causa que la

mantiene en pie; por lo que no deben hacerse en ella trabajos que pudieran suprimir dicha causa.

En las obras metálicas es difícil distinguir su estado, el cual se acusa por pelos invisibles que solo se notan por el sonido cascado cuando se golpean con un martillo. La madera se agrietea, rompe ó pandea, los ensambles salen de su caja ó tienen rotas las espigas y los herrajes de sujeción se doblan, avisando casi siempre su ruina porque cruje.

La ruina de una pared se anuncia por grietas más ó menos profundas, por desplomos, pandeos, desmoronamientos ó hundimiento del terreno.

Para conocer la importancia de una grieta es necesario distinguir si procede del *asiento* de la obra ó del *sentimiento* de la misma. El *asiento* es natural y depende de que el mortero de las juntas se seca y contrae con la compresión resultando que en la unión de una obra nueva, donde estos efectos se producen, con otra antigua en la que ya los hubo, aparece una grieta que separa lo nuevo de lo viejo y lo mismo sucede cuando una parte de la obra tiene muchas juntas ó mucho mortero y otra no las tiene ó son en menor número. La desigual compresibilidad de los terrenos sobre que se funda produce también un mayor asiento en unas partes que en otras y por lo tanto una grieta ó desunión. Una construcción se *siente* porque su cimiento no descansa sobre terreno sólido, está mal construído ó no tiene bastante anchura; porque la obra no tiene la suficiente resistencia para aguantar su peso y sus empujes ó los de otras. construcciones y además por otras causas.

La dirección de las grietas señala el esfuerzo que ha originado el movimiento. Las grietas horizontales más altas por un paramento que por otro indican un resbalamiento de materiales peligroso, y si tienen las sinuosidades de las juntas de los materiales pueden provenir de un movimiento sísmico, quizás de poco peligro, ó del resbalamiento de los materiales en sus lechos que lo es, agravándose si aparecen entrantes y salientes. Este aspecto tienen las grietas que se abren en los revoques y que no tienen importancia porque no traspasan su espesor. Las grietas de arriba abajo en el interior de una pared son graves porque denotan la desunión ó falta de trabazón entre los materiales.

La situación de las grietas en los arcos ó bóvedas indica su gravedad relacionada con la manera de actúar: puede haber peligro cuando la clave y los arranques resbalan en sentido contrario ó se manifiestan grietas que se ensanchan: también la parte superior desciende girando sobre el trasdós y las inferiores resbalan hácia el trasdós. Se abren grietas muchas veces por cargar una bó-

veda antes de hacer su asiento y entonces destruyen la trabazón entre la parte cargada y la que apoya en los estribos.

En los cielos rasos se abren las grietas casi siempre por el pandeo de la viguería y son en este caso normales á ésta: las paralelas pueden ser debidas á que se desprenden aquéllos por su mucho grueso ó por haberse podrido los clavos de sujeción: cuando es muy pronunciado el pandeo, indica generalmente la rotura de un madero de suelo. Las grietas en la unión del cielo raso con las paredes provienen de haberse podrido ó roto las entregas de los maderos.

906. Una pared exterior, cuando no está suficientemente trabada (427), pierde su verticalidad ó se *desploma* por el empuje que producen las bóvedas y cubiertas así como por la flexión de los entramados horizontales, por la acción de las lluvias que reblandece por el exterior el terreno sobre que descansa desnivelándolo hácia fuera y hasta por la trepidación que producen los carruajes cuyos esfuerzos no están contrarrestados, como en el interior, por los suelos y paredes. Este desplomo acusa una ruina inminente cuando lo que cuelga llega á tener la mitad del espesor de la pared saliendo fuera de su base. Lo mismo indica en una columna ó poste de hierro forjado que se encorva ó tiene curvas alternadas respecto á un eje vertical.

907. El pandeo de una pared obedece unas veces á un empuje, en cuyo caso es saliente por un lado y entrante por el otro, y otras á la desunión del interior de la fábrica ó falta de trabazón entre los materiales, lo que se indica por un sonido sordo cuando se golpea con un martillo. No se debe confundir este peligroso defecto con el abolsamiento ó afollamiento de los revocos que solo indican su falta de cohesión con la fábrica, debida, unas veces á la humedad que ésta escupe cuando se revoca antes de estar seca, y otras á que penetra la humedad de la lluvia por la parte superior de la pared ó por alguna grieta lo que sucede muy comunmente en las paredes de tierra ó barro, haciéndola pulvurulenta cuando se seca y por lo tanto sin resistencia. Las vigas de suelo que hacen pandeo hácia abajo con una sagita mayor que la que les corresponde según la clase de madera ó de hierro, denotan debilidad y un riesgo de romperse.

908. Cuando por el transcurso del tiempo se encuentran en descomposición los materiales ó mezclas de una construcción, se producen desprendimientos que indican su ruina más ó menos próxima, lo mismo que si los materiales se quiebran ó estallan porque no pueden resistir el peso que carga sobre ellos.

ARTÍCULO III

Reconocimiento, apeo y derribo de edificios.

Reconocimiento.—909. Averiguando el estado de los cimientos y estudiando los esfuerzos á que se halla sometida una construcción, así como el enlace de sus distintas partes y los materiales que la forman, podrá apreciarse con alguna probabilidad la importancia del daño que se observe y sus causas. A la vista, se conoce si conserva sus formas primitivas y se comprueba si hay desplome y pandeo en las paredes y si están verticales ú horizontales sus aristas. Las grietas se recorren en todas direcciones y hasta se tocan con los dedos para conocer cual es la parte movida y hácia dónde: tapándolas con cuñas, con mezcla ó con papel engomado y señalando con rayas transversales los límites de las grietas, se sabe si el movimiento continúa. Se procura averiguar la oculta dirección de las grietas, ya golpeando con un martillo, ya abriendo calas ó rompimientos. Donde hay dudas sobre el estado de la fábrica se golpea con un martillo, que si dá un sonido sordo indica descomposición ó falta de unión y trabazón en aquella parte.

Las ensambladuras en las obras de madera deben reconocerse minuciosamente practicando para ello incisiones con un formón ó haciendo taladros con una barrena ó berbiquí. Las entregas ó empotramientos en fábrica se pudren fácilmente y más si puede penetrar la humedad. El estado de la madera se reconoce por el golpe de un martillo que lo dará seco si está buena y sordo si no lo está.

En la cubierta de un edificio, de gran importancia para su conservación, se vé si hay vegetación en las canales ó existen algunas tejas rotas así como planchas deterioradas, si los clavos que sujetan las pizarras ó el revestimiento están flojos y si se han abierto grietas por donde pudieran penetrar las lluvias las cuales deben tener libre su curso en las canales maestras y en los tubos de bajada.

Apeo de construcciones.—910. Son armazones de madera ó hierro que sostienen ó apoyan provisionalmente una obra cuando está resentida su estabilidad ó solidez ó cuando se la quiere reformar y aun derribar.

Al disponer un apeo debe estudiarse la manera como se ha construído la obra, las partes resentidas y las que no lo están, buscando la intensidad y dirección de los esfuerzos que las trabajan para elegir convenientemente los puntos de apoyo, los cuales de-

ben ser en la parte sana si se trata de reedificar lo resentido. Se combinan las piezas del apeo de la manera que mejor resistan, cuidando de que sean rectas las que sufran compresión, que tengan la resistencia suficiente y no estorben para los trabajos que hayan de verificarse después así como que se puedan quitar con facilidad.

El apuntalamiento de una pared se hace del lado que pudiera ceder, es decir donde no tiene el contrarresto de suelos ó bóvedas cuyo empuje pide que los puntales tengan la dirección del mismo colocándolos á la altura de los arranques.

Una pared desplomada se apea con puntales *ns (fig. 836)*, los cuales han de descansar en terreno firme y cuando éste no lo sea, sobre soleras ó durmientes *tn* que abarquen la superficie bastante para conseguirlo. Los puntales no deben tener empalmes porque se doblarían, se cortan oblicuamente por sus extremos y se acuñan asegurando las cuñas con clavos para que no resbalen: la cabeza ó extremo superior *s* recibe la fábrica haciendo en ella una pequeña caja donde se introducen cuñas dando martillazos con cuidado así como á las del pie del puntal hasta que, golpeando éste, dé un sonido seco y se sienta vibrar la madera. Cuando son necesarios dos ó más puntales en una misma vertical *(fig. 837)* se disponen con distintas inclinaciones enlazándolos por medio de cepos ó manguetas *mn* para que no se puedan doblar y el conjunto resulte indeformable.

Habiendo enfrente de la pared desplomada otra de bastante resistencia pueden disponerse codales contra ella como en las zanjas de cimientos *(fig. 67)*. Los codales se colocan entre tablas dispuestas verticalmente contra las paredes y se aprietan á martillazos que los hacen resbalar á lo largo de las mismas.

Si la pared tiene grietas ó descompuesto su paramento, se pueden apuntalar los puntos inmediatos colocando entre ellos tablones *tb (fig. 838)* que abarquen la parte deteriorada.

Un muro que tiene panza se desvía de la vertical venciéndose hácia atrás su parte superior y los puntales deben disponerse debajo para sostener el desnivel y evitar que su desplome continúe.

Los puntales que han de sostener un piso, cuando la pared en que apoya se ha de reconstruir, descansan por su pie en un durmiente *ss (fig. 839)* y reciben por su cabeza otro tablón *cc* que abraza la parte que ha de apearse. Se procura que estén casi verticales, cortando los extremos en bisel para que puedan entrar las cuñas á martillazos hasta templarlas aunque queden con distintas inclinaciones pero opuestas, pues resulta más estable su conjunto.

Derribos.—912. Esta operación se debe hacer con ciertas precauciones que eviten desprendimientos peligrosos ó imprevistos

y de un modo inverso al de su construcción. Los muros se deshacen hilada por hilada, si los materiales son de grandes dimensiones: las bóvedas cuando son de cañón pueden deshacerse por secciones paralelas á las cabezas ó frentes ó por hiladas empezando por la clave apeando antes la bóveda con una ligera cimbra ó con puntales que se inclinan según la dirección que habría de llevar la caída. Si los materiales no se han de aprovechar, se ataca la construcción por sus costados para dejarla aislada por trozos, se socava por el lado que conviene que caiga y se ayuda su caída con palancas que empujan por el lado contrario ó por medio de cuerdas de las que se tira á mano ó por medio de un torno.

Las partes ruinosas deben apearse para evitar su caída prematura y quizás peligrosa cuando están muy descompuestas ó se hallan sostenidas, como sucede algunas veces, por el peso de la parte superior.

913. Como los edificios contíguos se prestan mutuo apoyo con sus enlaces y trabazones y hasta contrarrestando los empujes, el derribo de uno exige precauciones en los adyacentes, apuntalando al efecto sus huecos *A, A, (fig. 840)* para que sus arcos ó dinteles no produzcan empuje al vacío y colocando codales *C, C,* según va descendiendo el derribo. Si los codales son largos, es muy conveniente y algunas veces necesario que se unan por medio de manguetas ó cepos *mn* que eviten su flexión dándoles más resistencia. Tambien, cuando hay una pared enfrente de suficiente resistencia, se disponen codales contra ellas. En todos casos, los codales se aprietan del mismo modo que los puntales introduciendo cuñas á martillazos entre sus extremos y las paredes ó los tablones si la fábrica no tiene la resistencia suficiente.

Los materiales que se puedan aprovechar se bajan por medio de los aparatos de elevación y se *descafilan* ó limpian del mortero que tengan adherido apilándolos después.

914. Para demoler, es decir destruir ó arrasar sin orden ni cuidado, puede emplearse la dinamita donde no haya otras construcciones que yudieran resentirse. La carga de dinamita se dispone en cajas metálicas, frascos de vidrio ó sacos de lona que se colocan junto al pie del muro que se ha de derribar ó suspendidos de él y también en un hueco practicado en el mismo. Se derriba un edificio colocando la carga en un departamento junto á la pared de más resistencia y encerrándola hasta con fábrica. La explosión se verifica del mismo modo que los barrenos (**35**) empleando el fulminante y la mecha de seguridad.

ARTÍCULO IV

Obras de reparación y reforma de edificios.

Recalzos.—915. Cuando el mal estado de una fábrica exije su renovación ó recalzo, se apea con puntales la parte superior que se halla firme para deshacer lo deteriorado y se procede á su reconstrucción con material igual ó idéntico al que se sustituye procurando haya trabazón con el resto de la obra y que las juntas, especialmente las horizontales, tengan la menor mezcla posible; se termina por arriba calzando ó acuñando bien con la parte sana, para lo que, cuando no sea temible la humedad, puede emplearse el yeso que fragua pronto y al aumentar de volumen sostiene mejor la carga superior y hace nulo su asiento.

El daño de un muro se repara también con los llamados *puntos de fábrica* rehaciendo algunos trozos por el pie y dejando intacto lo demás.

916. El recalzo de una pared cuando debe abrazar todo su espesor, exige el acodalamiento de los vanos ó huecos superiores y el apuntalamiento por ambos lados uniendo ó enlazando los puntales por medio de piezas horizontales *aa (fig. 841)* llamadas *asnillas* que atraviesan perpendicularmente la fábrica: los puntales se colocan lo más verticalmente que se pueda para que tengan el máximo de resistencia. Asimismo se apuntalan los pisos *(fig. 839)* para aliviar al muro de su peso y se colocan cimbras ligeras en los arcos ó bóvedas para quitar su empuje.

Si se trata de restaurar un pilar ó machón, se apea la fábrica que sobre él pesa por medio de puntales envolviendo la parte superior sana de aquél con tablones ó piezas de madera que se adapten á su forma para que por la fuerza del rozamiento puedan sostenerla, cuya acción se aumenta fijando en el armazón unas grapas ó cuñas de hierro que entren en las juntas de la fábrica y acodalándolo contra los machones y paredes inmediatas. Se quitan después los materiales deteriorados y se procede á la reconstrucción.

Reparación de paredes y bóvedas cuarteadas.—917. El procedimiento varía según es la causa que origina las quebrajas ó grietas. Si es el asiento de una obra nueva junto á otra antigua se descubre bien ó franquea la grieta quitando todo lo que esté conmovido, se limpia de polvo y se lava arrojando agua con fuerza: se tapa la grieta por el paramento dejando agujeros á diferentes alturas y por el más bajo se empieza á inyectar mortero de buena calidad ó de cemento por medio de una jeringa ó bomba. Si la im-

portancia de la grieta pide que se enlacen los trozos de fábrica separados por ella, se establecen trabazones con losas ó materiales resistentes, abriéndoles al efecto las cajas necesarias en ambos lados de la grieta.

Para reparar una pared agrietada ó que tiende á agrietarse á la altura de los tercios de una bóveda que la empuja, es preciso apear ésta y apuntalar la pared por encima de las grietas para proceder á franquearlas ó descubrirlas y cerrarlas.

Las bóvedas en rincón de claustro, las vaidas y las cúpulas resentidas que presentan grietas verticales, se consolidan con cinchos de hierro forjado colocados horizontalmente por el trasdós á la altura de los puntos de fractura (471). Si la bóveda es de reducidas dimensiones se caldea el cincho y se sujeta inmediatamente para que apriete la fábrica cuando se enfríe y si la bóveda es grande, se introducen cuñas entre la fábrica y el cincho y después se rellena con buen mortero el hueco que queda. Cuando hay necesidad de disponer dos ó más cinchos, se enlazan unos con otros por medio de barras verticales ó formando cruces de San Andrés.

918. Las grietas que se abren en el interior de una pared y producen una comba ó barriga en el paramento de la misma, se remedian derribando esta parte para reconstruirla. Se apea la pared por encima de la barriga cuidando que los puntales no obren normalmente al paramento del muro cuando éste se encuentra inclinado hácia la parte contraria por encima de la panza y después de derribado todo lo resentido y bien limpia y mojada la parte sana, se procede á la reconstrucción empleando fuertes trabazones ó perpiaños de buena piedra que á ser posible sean más gruesos por la parte que se empotra en la fábrica vieja y hasta asegurando la trabazón entre la fábrica nueva y la vieja por medio de gatillos ó grapas que se introducen por un extremo en agujeros practicados en la fábrica antigua, como los barrones de la *fig. 62*, y abarcan una ó dos piedras de la nueva por medio de unas garras.

Paredes desplomadas.—919. Lo más seguro y generalmente practicado es dejarlas intactas y construir contrafuertes como los de la *fig. 140* cuidando de que descansen en terreno firme y que tengan trabazones con la parte desplomada. Pueden sin embargo recobrar su aplomo las paredes delgadas si la fábrica está bién unida, empleando crics ó gatos ó tornillos movidos por palancas, los cuales apoyan en un suelo resistente ó en otro muro.

También cuando enfrente de la pared desplomada *B* (*fig. 842*) hay otra *A* de suficiente resistencia, se puede enderezar la primera por medio de codales *C*, *C* que se colocan inclinados y á los que se obliga con crics ó palancas á buscar la posición horizontal para que la pared desplomada recobre su verticalidad: los esfuer-

zos han de ser regulares y simultáneos en todos los codales, crics ó tornillos sin producir sacudidas que pudieran descomponer la pared: se emplea también un rodillo *r, r' r'* (*fig. 843*) apoyado en puntales *C, C', C'*, y armado con puntas de hierro de manera que haciéndolo girar por medio de las palancas *P, P'* se clavan aquéllas en los tablones *tb* enderezándolos y con ellos la pared.

En algunos casos podrá recobrar un muro *B* (*fig. 844*) su posición vertical, empleando fuertes barras *rr* con roscas de gran potencia en sus extremos para atirantarlas mediante tuercas que se aprietan contra placas ó cruces de hierro *aa, aa* las cuales abrazan alguna extensión del paramento. Caldeadas después por medio de braseros las barras ya atirantadas, se dilatan ó alargan dándose entonces á las tuercas las vueltas que se puedan, con lo que, al enfriarse el hierro y contraerse por lo tanto, se endereza algo el muro *B*, y repetida la operación las veces que sea necesario se consigue su verticalidad: la operación debe ser simultánea en todos los tirantes; y para que la pared *A* no tenga movimiento alguno, conviene ponerle puntales *P*.

En todos los casos, según se va enderezando la pared desplomada, se acuñan las grietas ó aberturas que se produzcan y una vez que está vertical se completa el acuñamiento con lajas de piedra dura y se inyecta con fuerza mortero de cemento para que penetre en todo el espesor del muro.

Las paredes desplomadas por el empuje de arcos ó bóvedas y que recobran su verticalidad con tirantes, se dejan con éstos ó se refuerzan ó cargan como se indicó al tratar de su construcción (**509** y **510**) y si esto no es factible se establecen tirantes de hierro sobre la clave poniéndolos tensos con los ajustadores ó manijas como en los de los cuchillos de cubierta (**606**).

Reparación de arcos ó bóvedas.—920. Se tapan las grietas que se abren en las bóvedas del mismo modo que en las paredes introduciendo lajas de piedra cuando haya hueco para ello.

Las bóvedas deterioradas se reparan, si se puede por el trasdós, abriendo la caja correspondiente á una dovela y sustituyéndola con otra que se labra á la medida del hueco. Si son muchas las deterioradas, habrá que sostener la bóveda con puntales ó con cerchas de cimbra dispuestas en los sitios que se crean necesarios.

Cuando se haga la reparación por el intradós y el deterioro sea de poca impartancia, se procede como en un recalzo procurando que las cajas que se abran tengan más anchura en el fondo que en la boca ó sea la forma de dovela. Si se ha de renovar una dovela de sillería se extrae lo que reste de ella y se introduce un sillar con lechos paralelos haciéndole descansar sobre la hilada inferior después de extendida una capa de buena mezcla y se inyecta lue-

go mortero de cemento en el hueco que queda encima á cuyo fin se practican en la cara superior del sillar unas canalitas que salgan al intradós.

Reparación de la viguería.—921. La entrega de un madero que se pudre, se refuerza fácilmente apoyando la parte sana en jabalcones ó en canecillos y cuando son varios los deteriorados, en una carrera sostenida á trechos por ménsulas de piedra y también en hiladas salientes de ladrillo á modo de imposta (**518**). Las vigas de madera se refuerzan con armaduras de hierro (*fig. 845*) que abrazan por ambas caras la parte sana de la viga sujetándola por medio de fuertes pasadores que van de un lado á otro en las orejas *a, b, c*. Estas armaduras abrazan todo el ensamble de los pares con el tirante (*fig. 846*) cuando éste se halla deteriorado por sus extremidades.

La viga que se pandea recobra su posición horizontal por medio de puntales, y para que la conserve, se pueden emplear unas tirantillas de hierro que como las *dc, cb* de la *fig. 210* sostengan su medio por un pasador en vez de la biela *ac* y tengan sujetos sus extremos *d, b*, por pernos que atraviesen la madera. El pandeo de los maderos de suelo ó de los cabrios de una cubierta se corrige comunmente con una viga atravesada debajo llamada *madre* la cual, una vez apoyada por sus extremos en las cajas abiertas para su empotramiento, se levanta con puntales, palancas ú otros medios para obligar á los maderos á tomar su primitiva posición, en cuyo caso se hace un asiento firme á las cabezas de la viga que con este levantamiento habían quedado al aire.

Cuando una viga está rota, se pueden emplear unas armaduras de hierro análogas á las descritas para suplir ó reforzar las entregas en los muros y acomodadas á la forma de la *fig. 847:* como la madera está sometida á esfuerzos de tensión ó tracción puede acoplarse á la viga una suplementaria pero enlazada por llaves que entren por mitad en cada una como las que constituyen la viga maestra (*fig. 213*) sujetándose la unión con abrazaderas de hierro *cc* ó con cuatro planchas ó barras de hierro que se fijan con pernos dos á dos en las caras opuestas de la viga y pieza suplementaria.

Refuerzo de cimientos.—922. Si los cimientos de una pared que se halla en buen estado, no descansan sobre terreno firme para soportar nuevos esfuerzos, puede sustituirse con fábrica el terreno flojo. Para ello, se apuntala la pared *P* (*fig. 848*) y se acodalan los vanos ó huecos. Los codales *D, D* se colocan inclinados alternativamente en sentido contrario unos de otros entre tablas *tb*, no colocando uno mientras el anterior no está bien firme en su sitio: el último se aprieta por medio de palancas si los golpes del martillo

pudieran resentir las jambas. En caso de ser la pared de mucho grueso, se hacen dos acodalamientos uno por el paramento exterior y otro por el interior.

Hecho el apeo, se abren zanjas por trozos junto á la pared hasta llegar al terreno firme *ss* y se socava con cuidado en *B, B* debajo del cimiento, construyendo inmediatamente esta parte con fábrica bien trabajada que se acuña fuertemente por arriba contra la base del cimiento: se cava la otra parte *B'* que se recalza del mismo modo, continuando así todo el cimiento. Cuando éste tiene mucha anchura ó espesor no es prudente dejarlo todo él al aire y se ejecuta primero el recalzo por un lado dejando buenas trabazones para que enlace con el del otro lado.

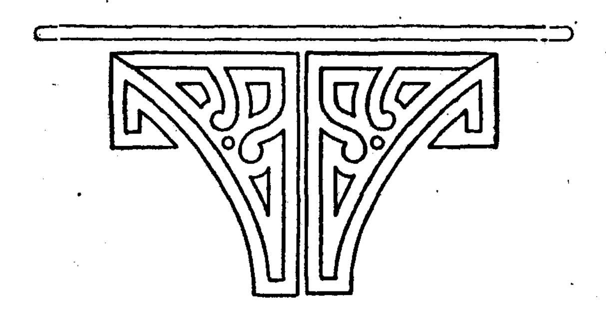
Apertura y reforma de vanos.—923. Para abrir en una pared un hueco que ha de cerrarse con un arco, se traza éste en ella *(fig. 819)* dividiéndolo en dovelas y se vacía ó abre la caja de las dos de arranque *A, A* para rellenarlas con fábrica de ladrillo en forma de arco calzando ó acuñando por el trasdós é intrados para que puedan abrirse sin cuidado los huecos de las dos dovelas siguientes *B, B* que se construirán del mismo modo y así se continúa hasta terminar con la clave: el rompimiento del vano se hace cuando el arco haya fraguado y no se tema el asiento.

Cuando el vano se ha de salvar con una viga, se apea la pared por encima del sitio que aquella ha de ocupar empleando las asnillas y puntales que se representan en la *fig. 841* y si en la pared apoya un suelo podrán hacer de asnillas los maderos ó viguetas que lo forman sosteniéndolas con el apuntalamiento indicado en la *fig. 839.* Se procede luego á vaciar la pared en la parte necesaria para alojar la viga la cual se acuñará bien con la fábrica superior antes de quitar el apeo.

Para el ensanche de un vano *(fig. 850)* se apea el arco que lo cubre por medio de puntales y una tabla *aa* que lo abraza y se abren los huecos laterales *ad, ad* donde están los salmeres para prolongar el arco por ambos lados, según se indica de puntos, lo cual verificado podrán destruirse ó cortarse las jambas *ac, ac* para ensanchar el vano y quitarse después el apuntalamiento.

Cuando se necesita convertir dos huecos en uno *(fig. 851)* haciendo desaparecer el machón *M* que los separa, habrá que sostener la fábrica superior *X* con vigas *vv*, para lo que se empieza por acodalar los vanos *B, B* y apear el suelo *S* con los puntales P abriendo después á través de la pared los agujeros donde colocar fuertes asnillas *A, A', A'* en situación horizontal y perpendicular á la pared, las cuales se apoyan por cada uno de sus extremos en dos puntales ó piernas *N, N'* que estriban por su pie en soleras, formando así unos fuertes caballetes capaces de sostener

provisionalmente la pared que carga sobre el hueco proyectado. Se abren los huecos necesarios para alojar las entregas de la viga, se derriba la parte superior del machón *M* y se procede inmediatamente á colocar la viga acuñándola bien con la fábrica. Generalmente se emplean dos ó tres vigas de hierro si el espesor de la pared lo consiente y, en este caso, una vez hecho el apeo, se abre la caja necesaria para alojar la viga de un paramento y se coloca en su sitio acuñalándola bien con la fábrica de encima, en lo que se emplea mortero de cemento ó yeso. Después se vacía el sitio de las otras vigas que se colocarán del mismo modo cuidando de dar buen asiento sobre ellas á los maderos ó viguetas de suelo: se enlazan las dos ó tres por medio de pernos para lo que se les habrá hecho antes los taladros correspondientes. El machón ó fábrica inferior se podrá derribar desde luego, pero no debe desmontarse el apeo sino parcialmente aflojando primero poco á poco las cuñas de los puntales para observar si se produce un movimiento peligroso; en cuyo caso se reponen inmediatamente las cuñas y se toman las medidas que las circunstancias aconsejen.



MANUAL DE CONSTRUCCIÓN CIVIL

2.ª EDICIÓN

Índice de materias

SECCIÓN PRIMERA

DEL ESTUDIO DE LOS MATERIALES Y SU PREPARACIÓN

CAPÍTULO I

Materiales pétreos y térreos.

CAPÍTULO II

Materiales metálicos.

CAPÍTULO III

Materiales de origen vegetal.

SECCIÓN SEGUNDA

EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

CAPÍTULO I

De los cimientos.

CAPÍTULO II

De los muros y apoyos aislados.

Página

CAPÍTULO III

De las bóvedas.

CAPÍTULO IV

Suelos y su revestimiento superior é inferior.

CAPÍTULO V

De la cubierta de los edificios.

CAPÍTULO VI

Escaleras y elevadores.

CAPÍTULO VII

Obras complementarias.

CAPÍTULO VIII

Medios auxiliares de la construcción.

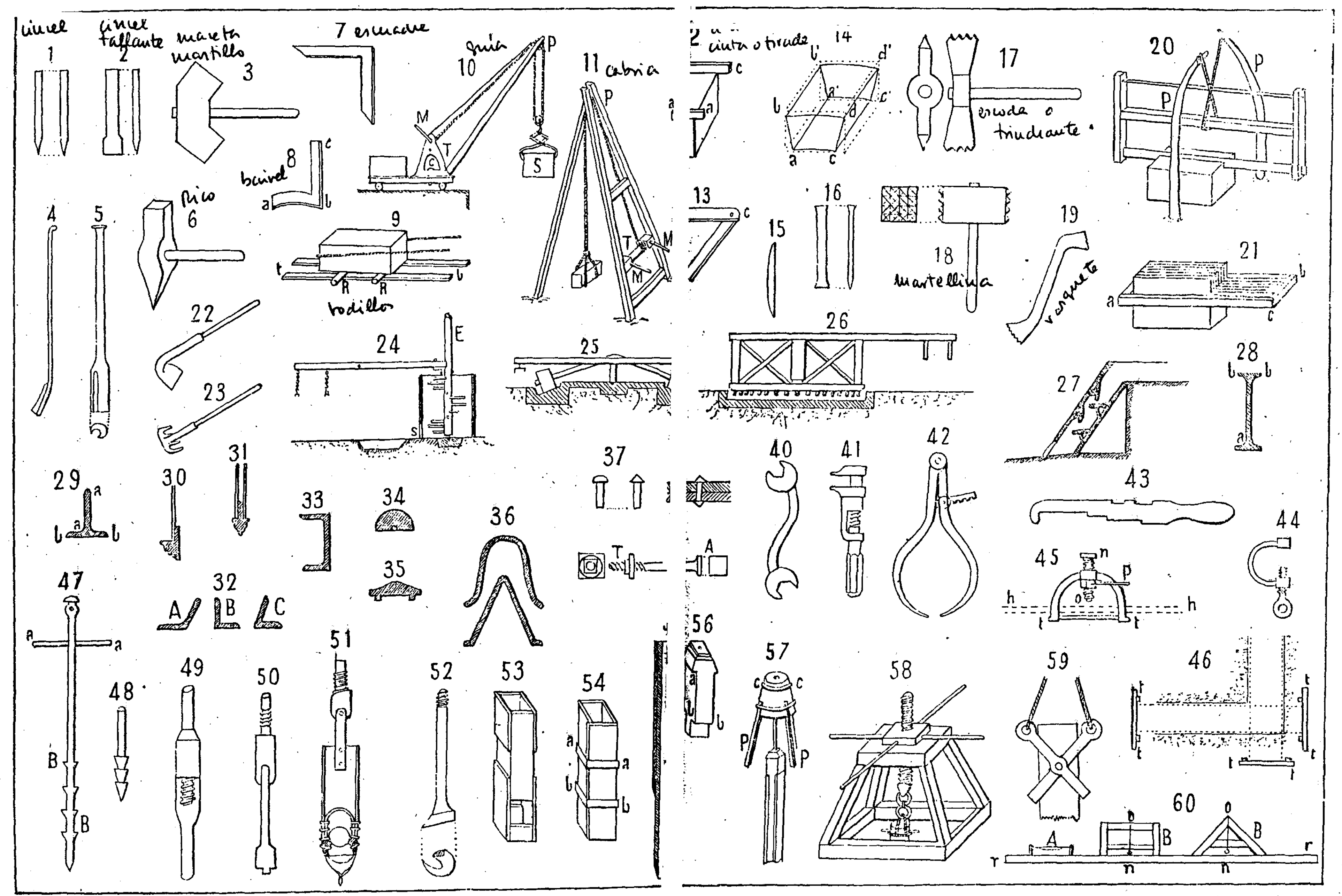
CAPÍTULO IX

Generalidades sobre la construcción, ruina, reparo y reforma de edificios.

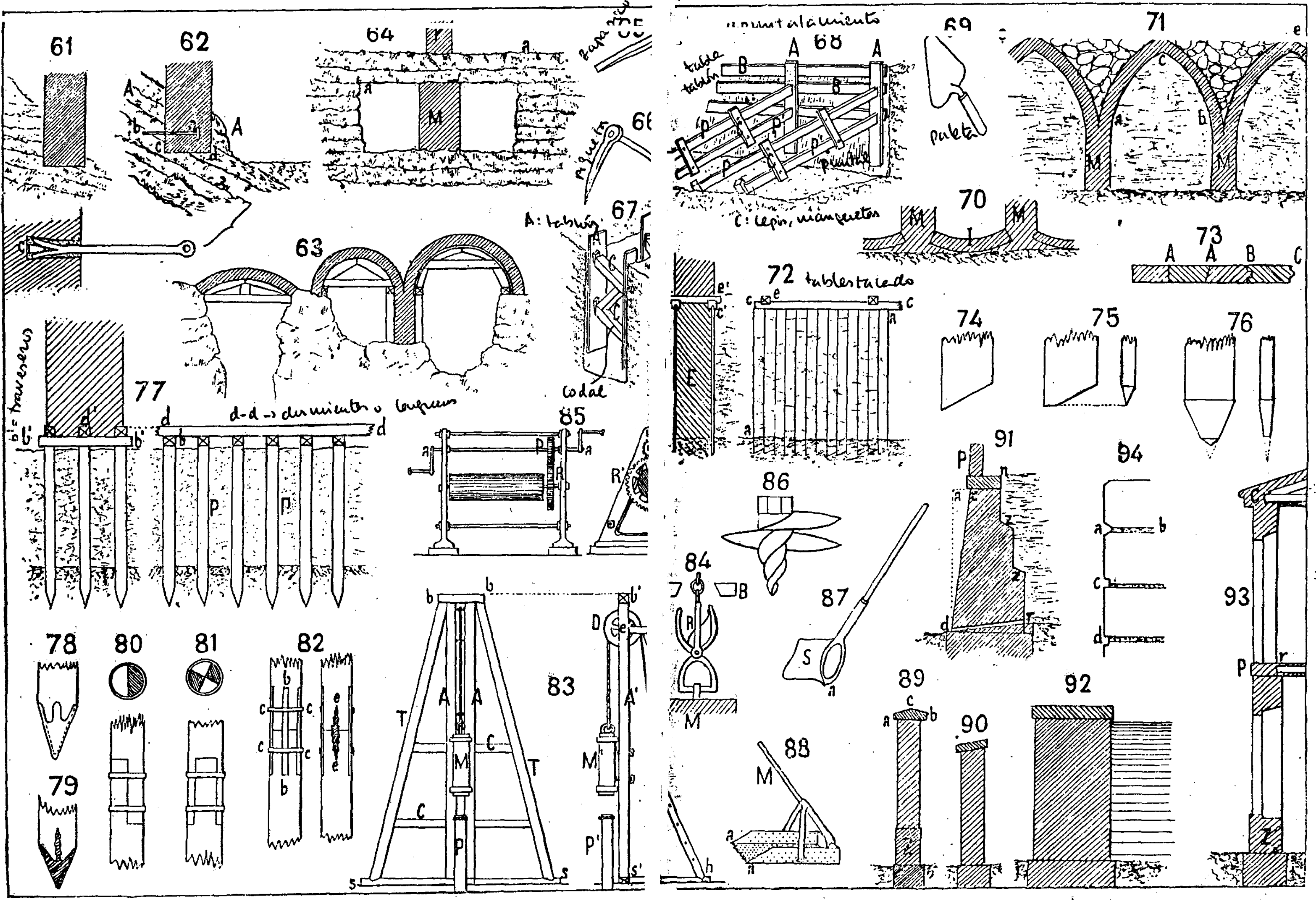
FE DE ERRATAS

Página	Línea	DICE	DEBE DECIR
10	11	pulverilento	pulverulento
16	16	superior	inferior
16	22	alcáciones	aleaciones
17	9	galeras	galerías
47	3	entre	sobre
68	4	centímetros	milímetros
75	penúltima	fabrica	fabrican
92	2	cuyas cintas	cuya cinta
106	penúltima	adoptándolas	adaptándolas
121	34	el travesaño	al travesaño
130	26	olavos	clavos
133	30 y 31	extiende tiende	extiende
135	26	apoyo *a*	apoyo *d*
147	31	separados	separadas
152	9	es el que presenta	el que presenta
166	40	*ac, cn*	*ac, en*
171	38	se dispone	se disponen
176	3 y 4	á enlazarse	ó enlazarse
181	39	echarse paletadas sobre otros	echarse unas paletad sobre otras
195	37	dimenriones	dimensiones
203	6	encanjan	encajan
»	29	*R, R*	*R, R, fig. 276*
215	11	acuñamiento y es prefe- rible	acuñamiento, es prefe ble
221	14	codales *aa*	codales *bb*
222	32	luciendo	haciendo
223	16	(422)	(**421** y **422**)
225	penúltima	le da más	les da
»	última	y no cede	y no ceden
228	17	tamino	tanino
232	13	Estos quedan	Estos entarimados qu dan
241	15 y 16	tirantillas *T*	tirantillas *T fig. 389*
241	26	tirante *al*	tirante *ab*
255	9	cortando á este	cortando á aquel

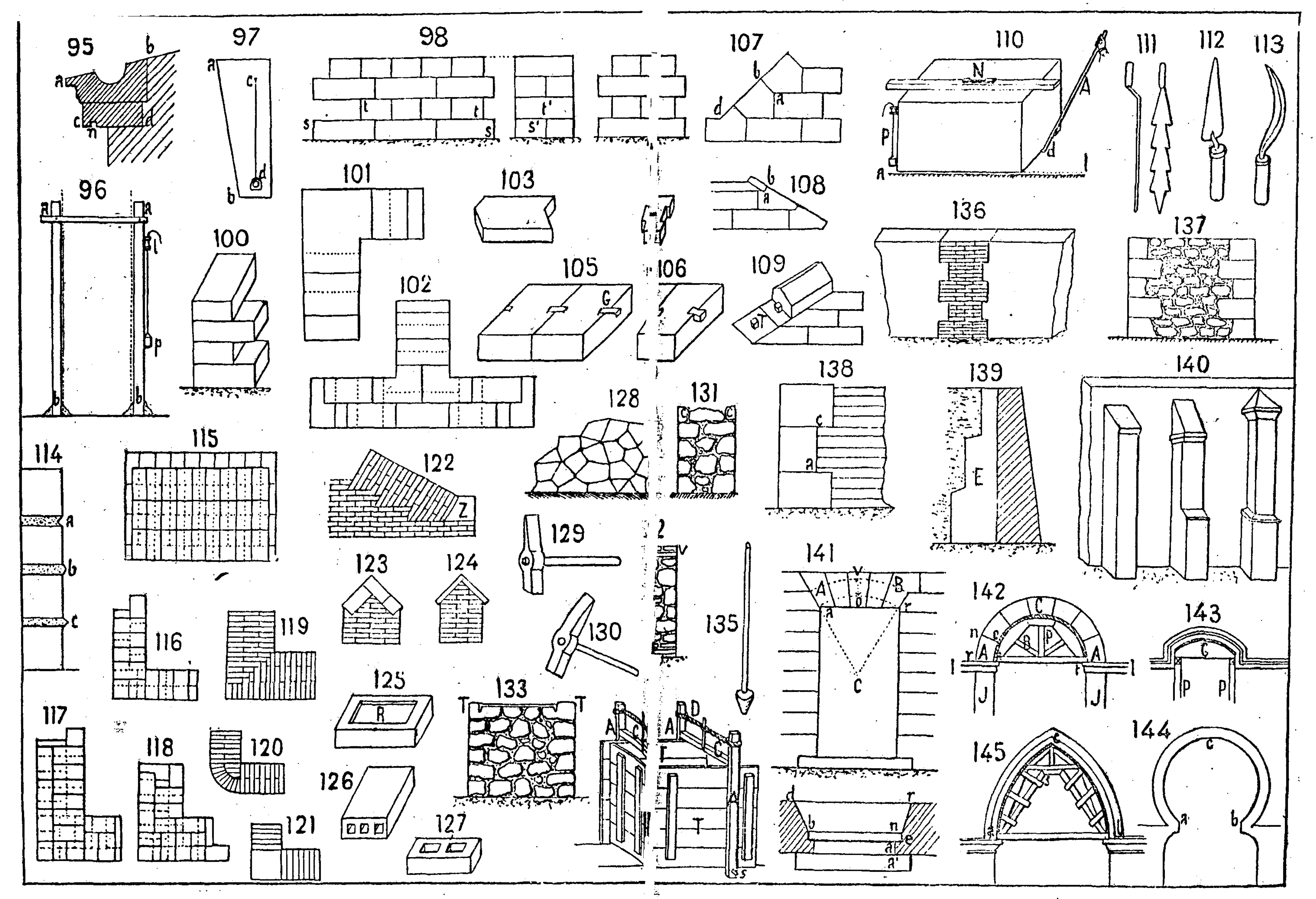
Página	Línea	DICE	DEBE DECIR
265	27	*A A*	*A*, *A*
»	34	*L L* con los *B B*	*L*, *L* con los *B*, *B*
268	12	manguito *pn'*	*N* manguito *pn*
»	13	perno *pn'* cuya	perno *N* cuya
272	37	equilibrada y tenga	equilibrada por contr pesos y tenga
281	29	(*fig. 167* C)	(*fig. 187* C)
300	2	*B B'*	*B*, *B'*
»	12	descanso A,	descanso A:
301	última	forma	forman
304	26	trazos á escuadra	brazos á escuadra
306	14	mampirlanes	mampernales
307	antepenúltima	como el *es*	como el *os*
308	17	mampirlanes	mampernales
310	40	se reduce á un	se reducen á un
»	42	ha de asegurarse	han de asegurarse
»	43	pueda tener	puedan tener
311	19	*d* á *n* termina	*e* á *n* termina
314	31	Sirve	Sirven
321	14	ángulo recto	ángulo obtuso
322	2	circular	circula
325	40	su hueco	un hueco
326	36 y 37	sirviéndoles tres	sirviendo tres
338	23	*Carpinieria*	*Carpintería*
342	16	en el manubrio	con el manubrio
344	23	acodillándolos	ó acodillándolos
348	2	ó envases	ó embases ó asientos
350	6	larguero *ac*	larguero *ag*
375	40	templarlas	templarlos
376	34	yudieran	pudieran
379	39	impartancia	importancia



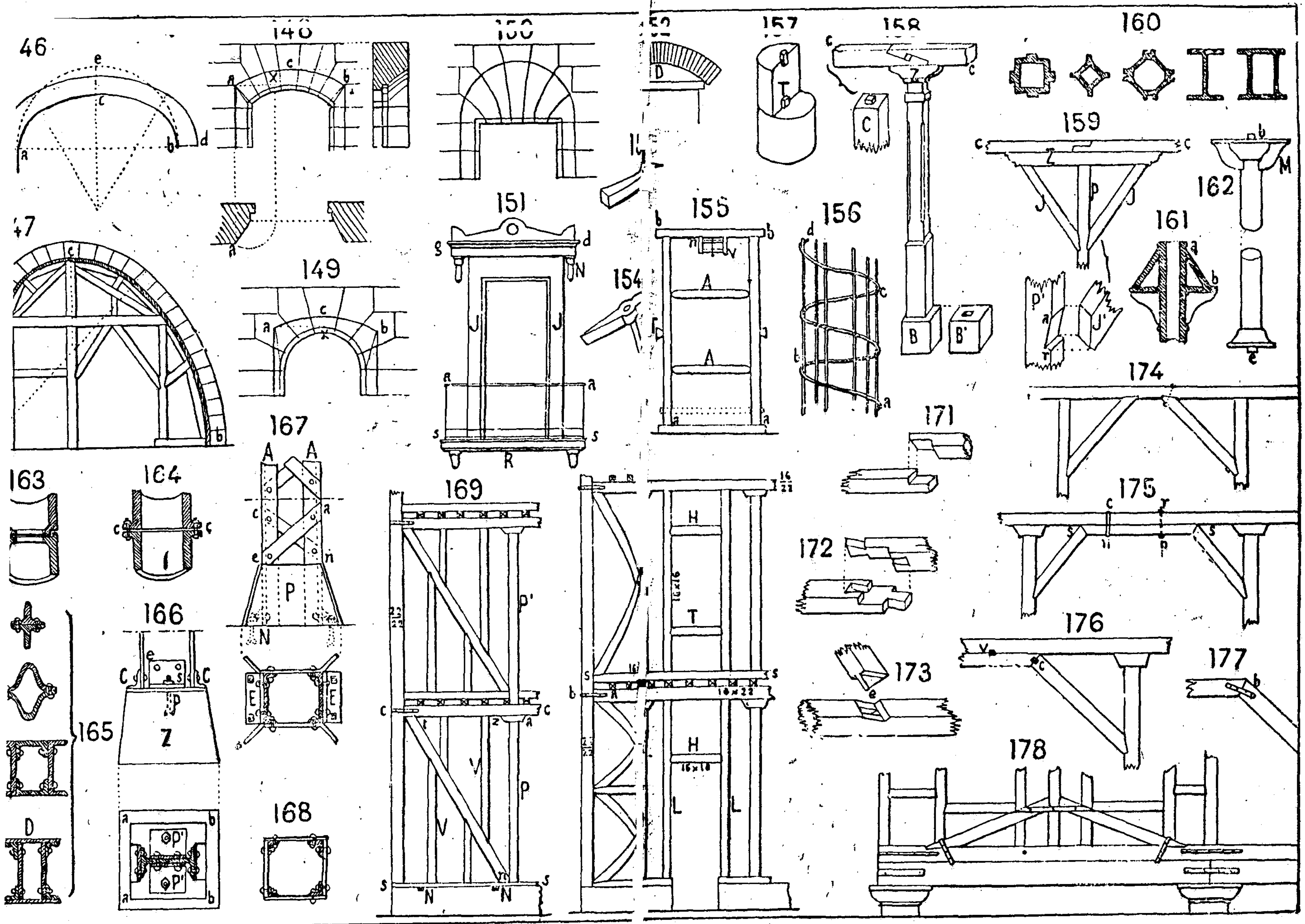
Figuras del 1 al 60



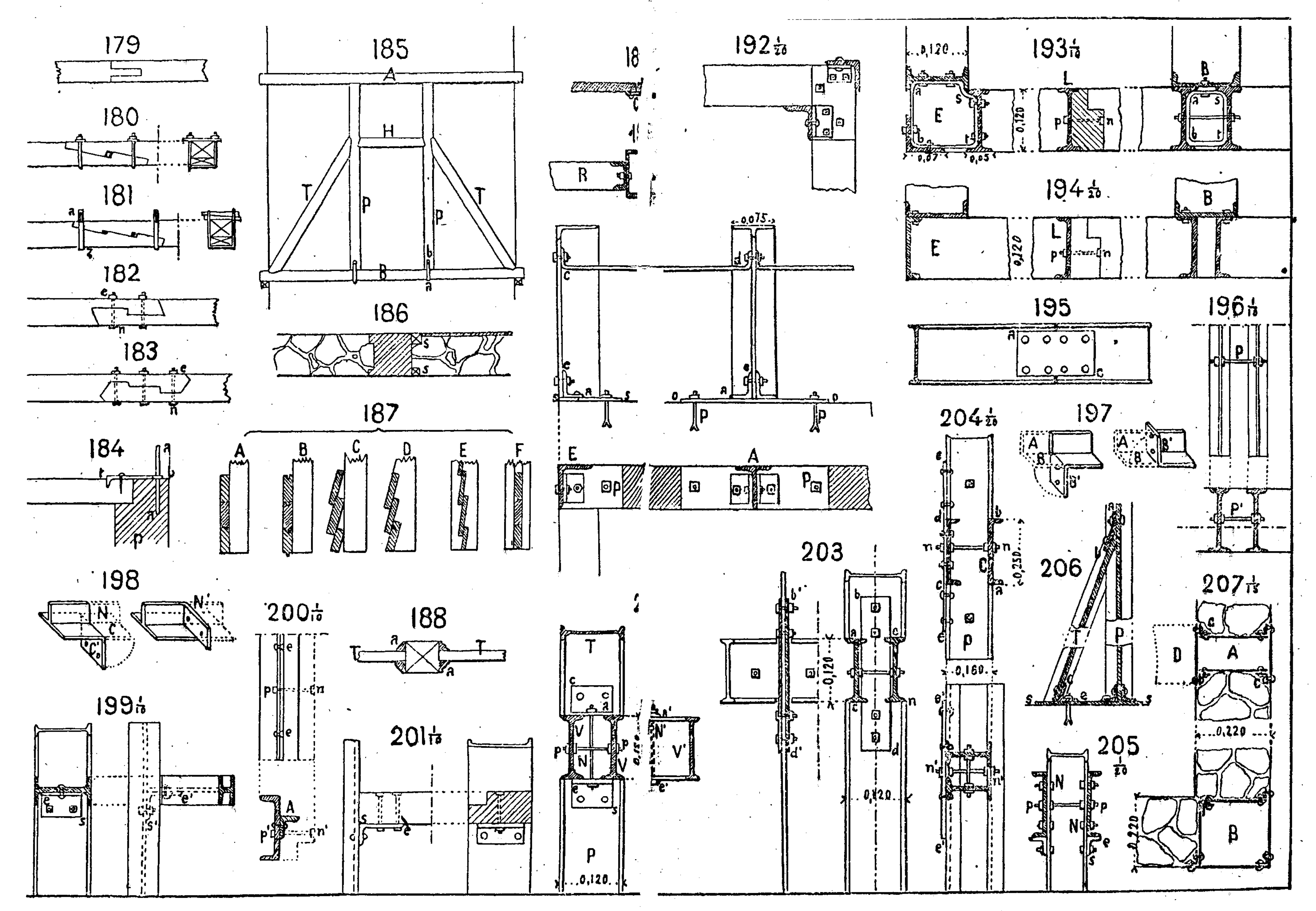
Figuras del 61 al 94



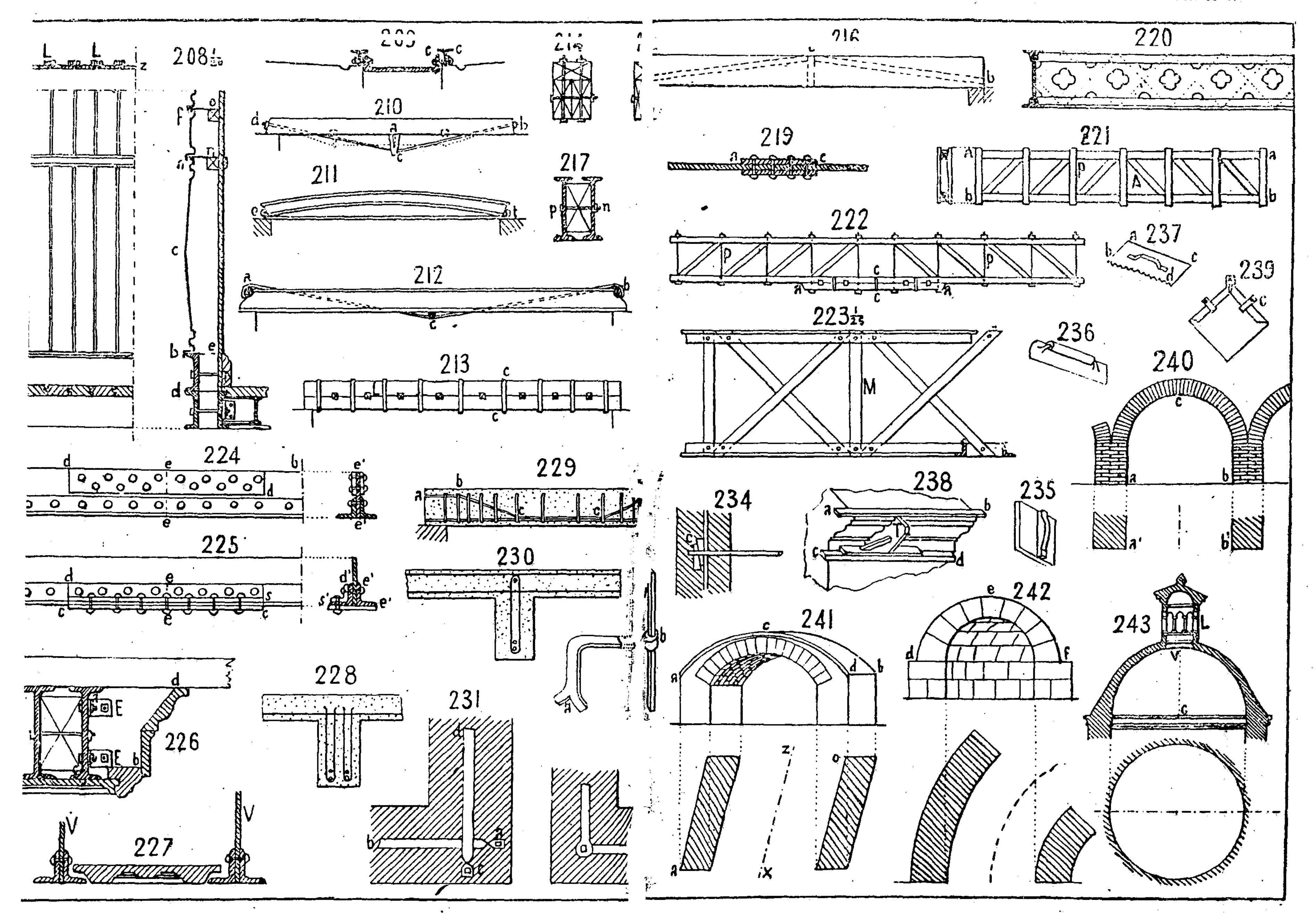
Figuras del 95 al 145



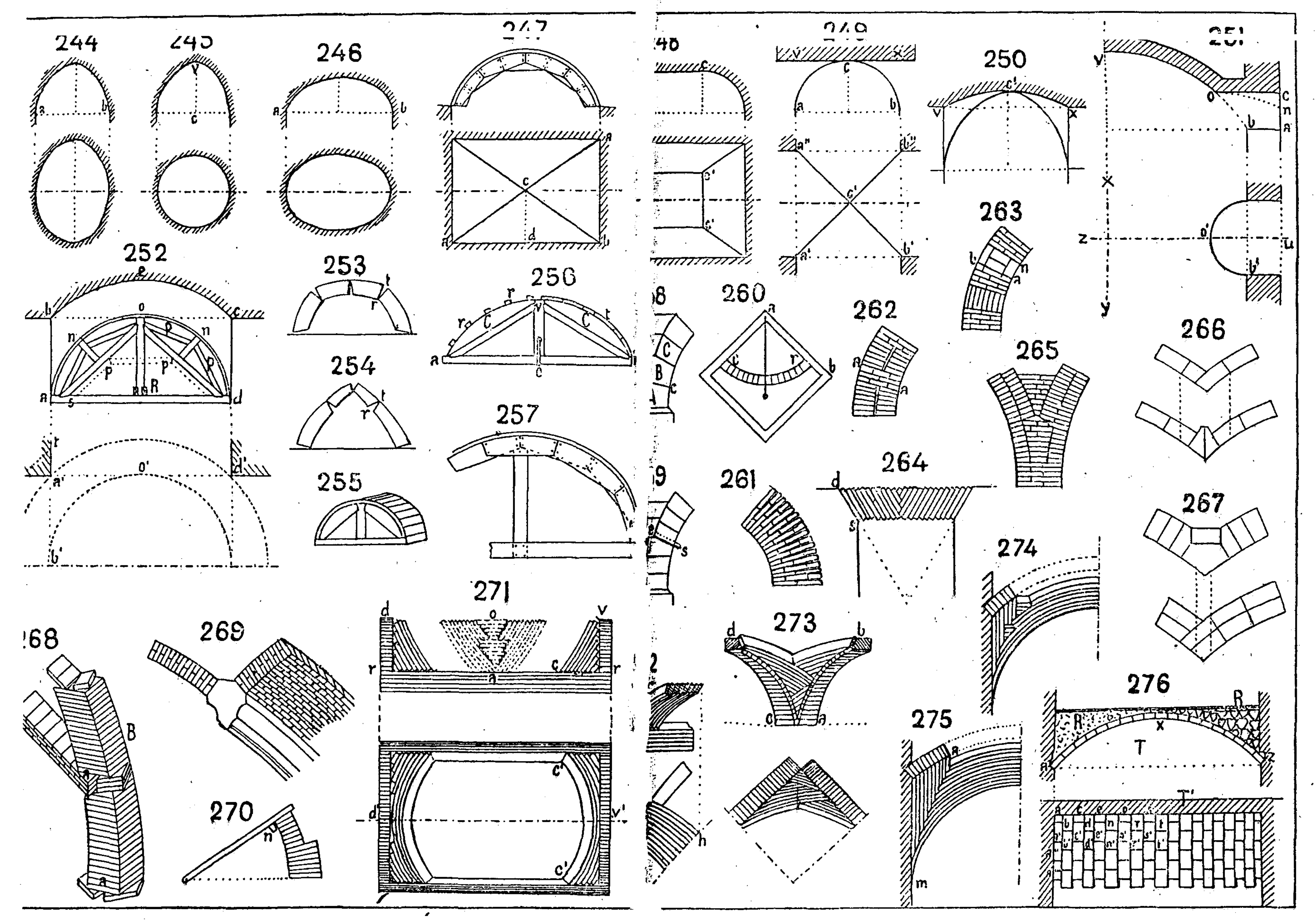
Figuras del 146 al 178



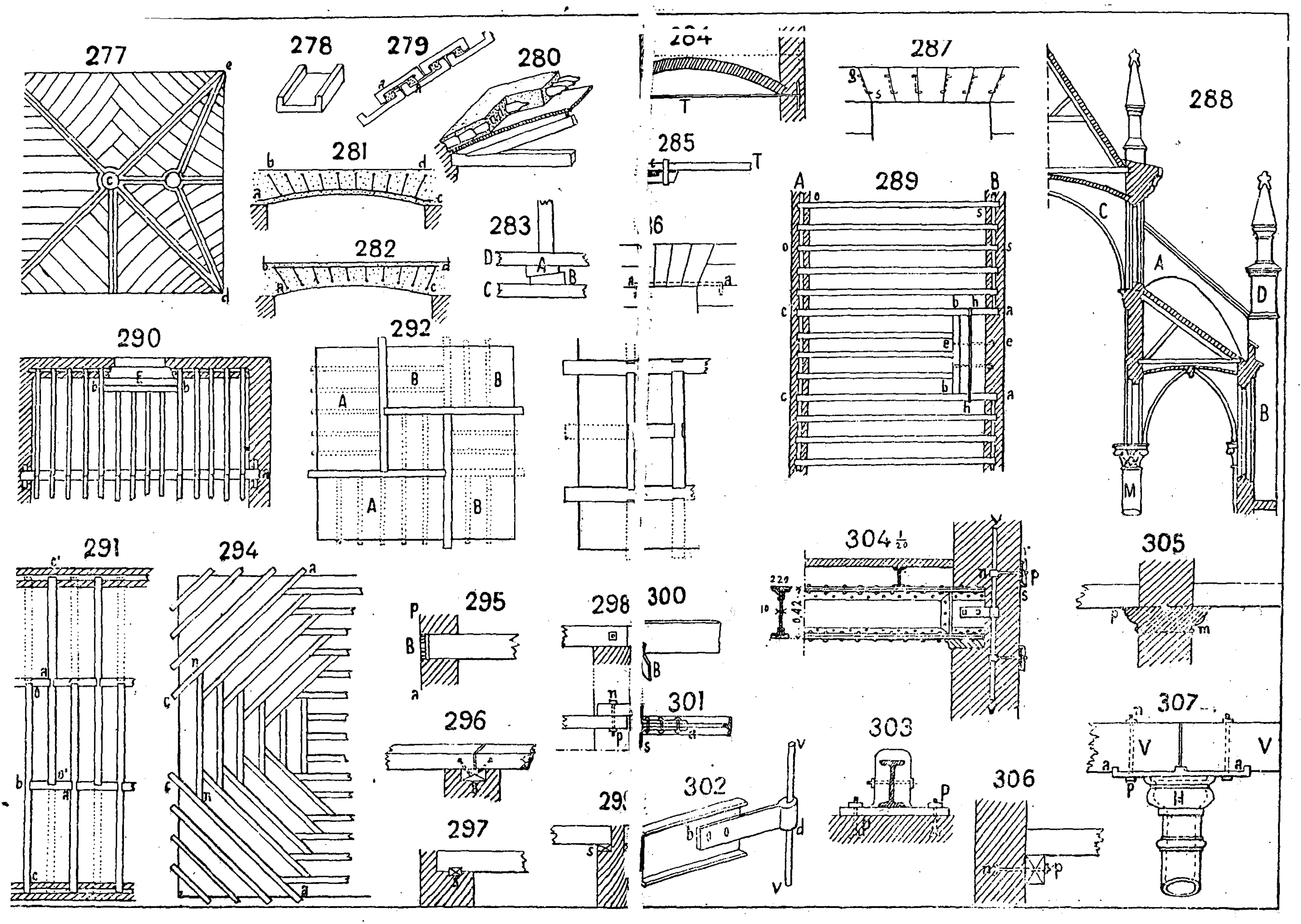
Figuras del 179 al 207



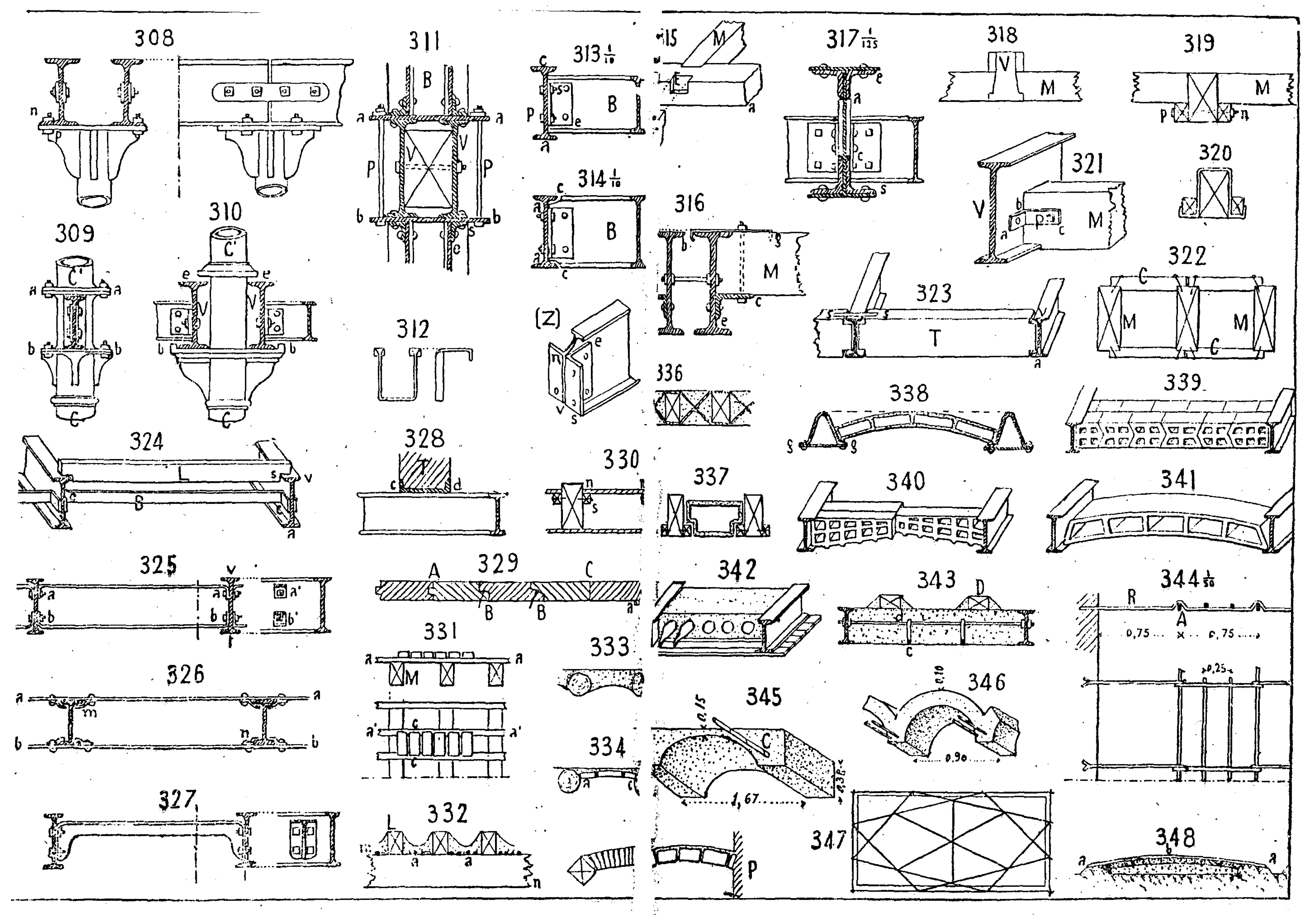
Figuras del 208 al 243



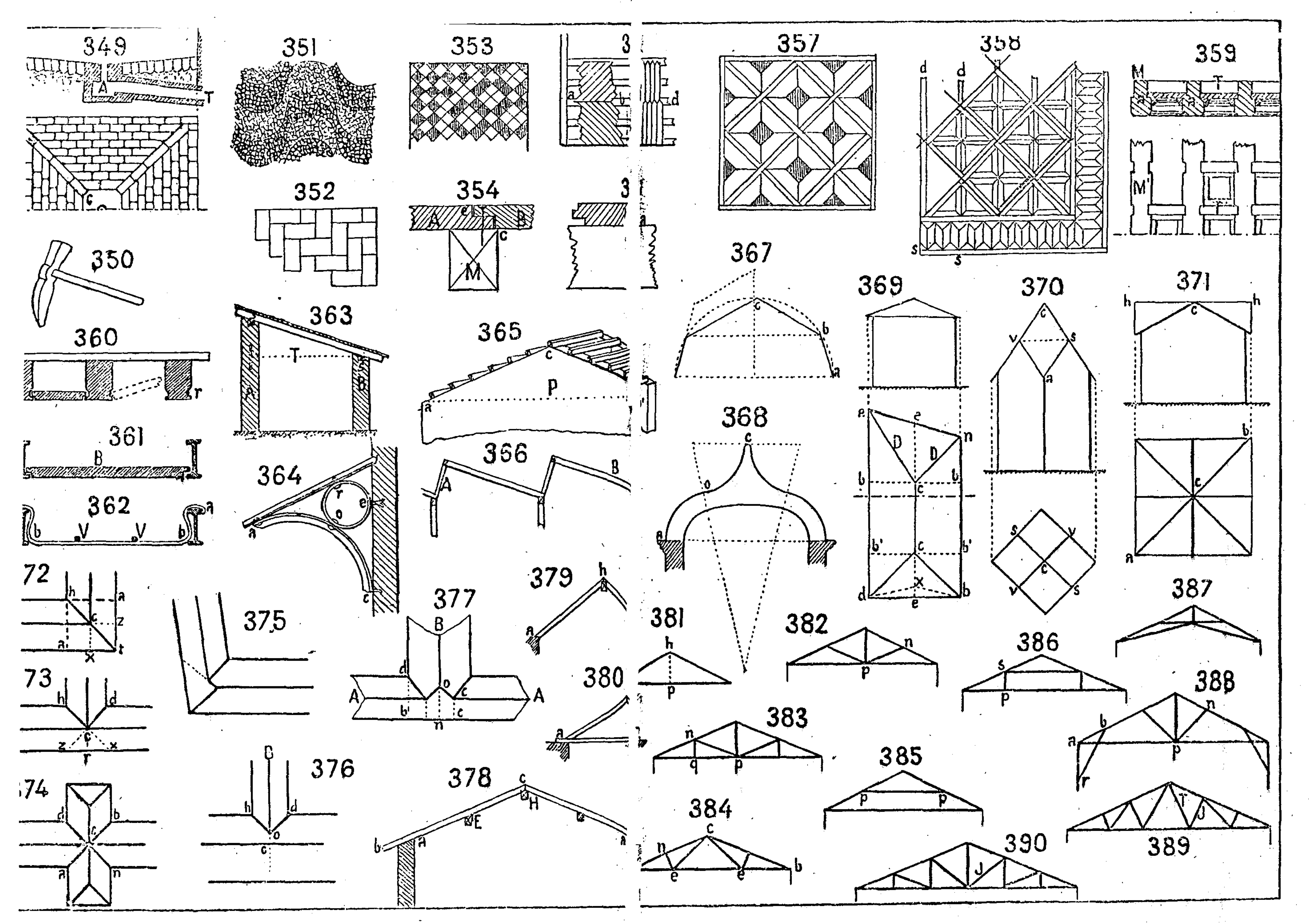
Figuras del 244 al 276



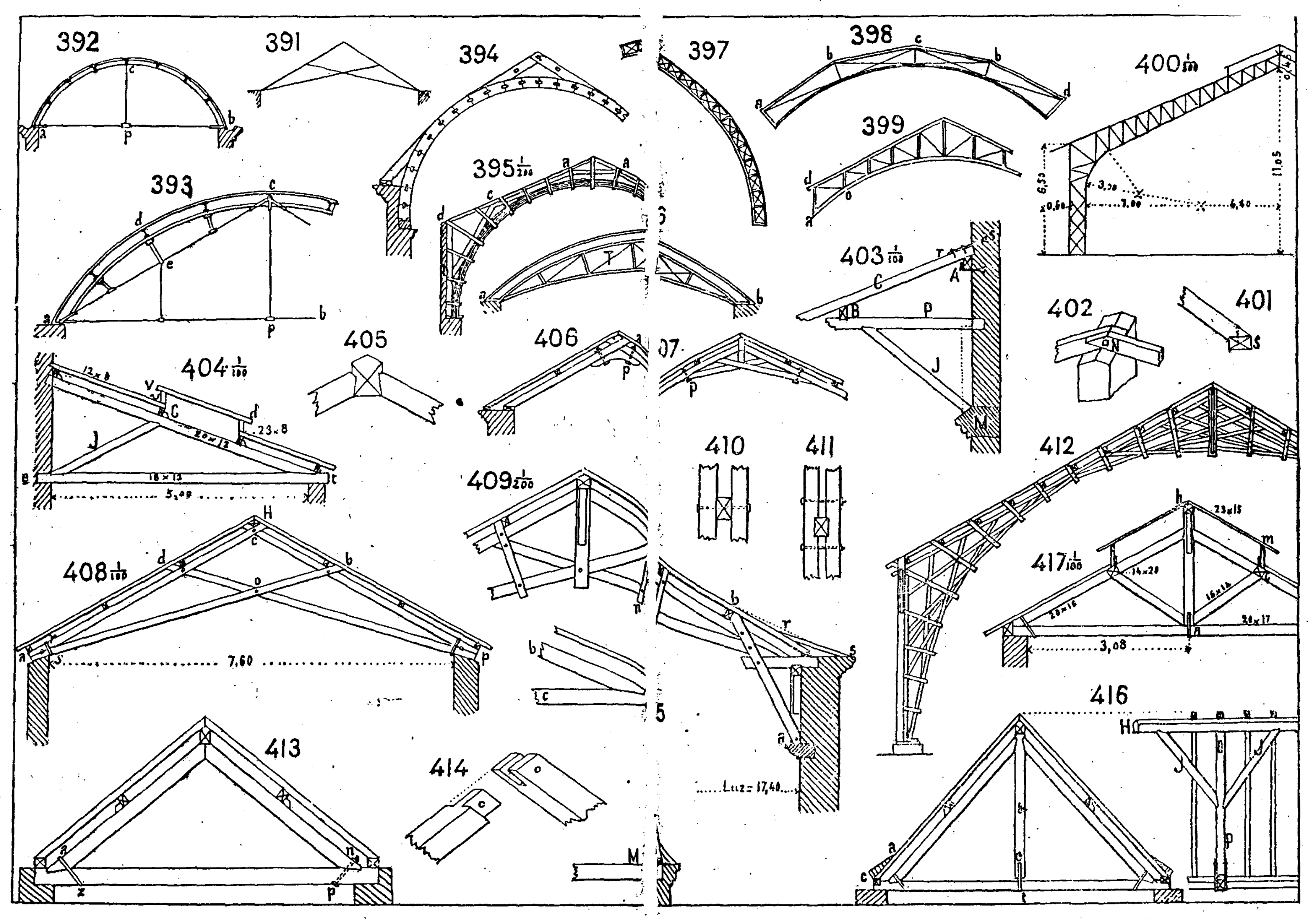
Figuras del 277 al 307



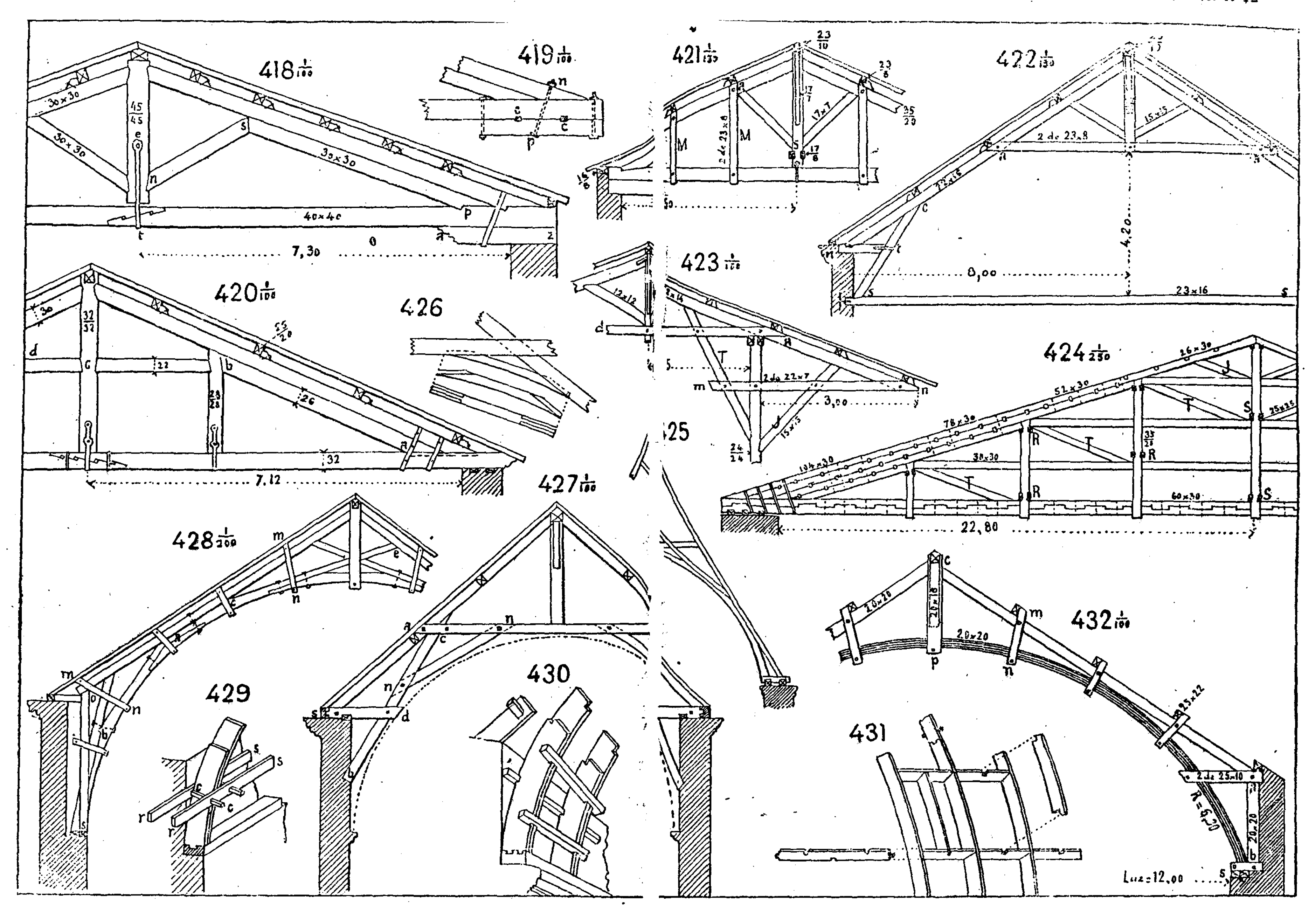
Figuras del 308 al 348



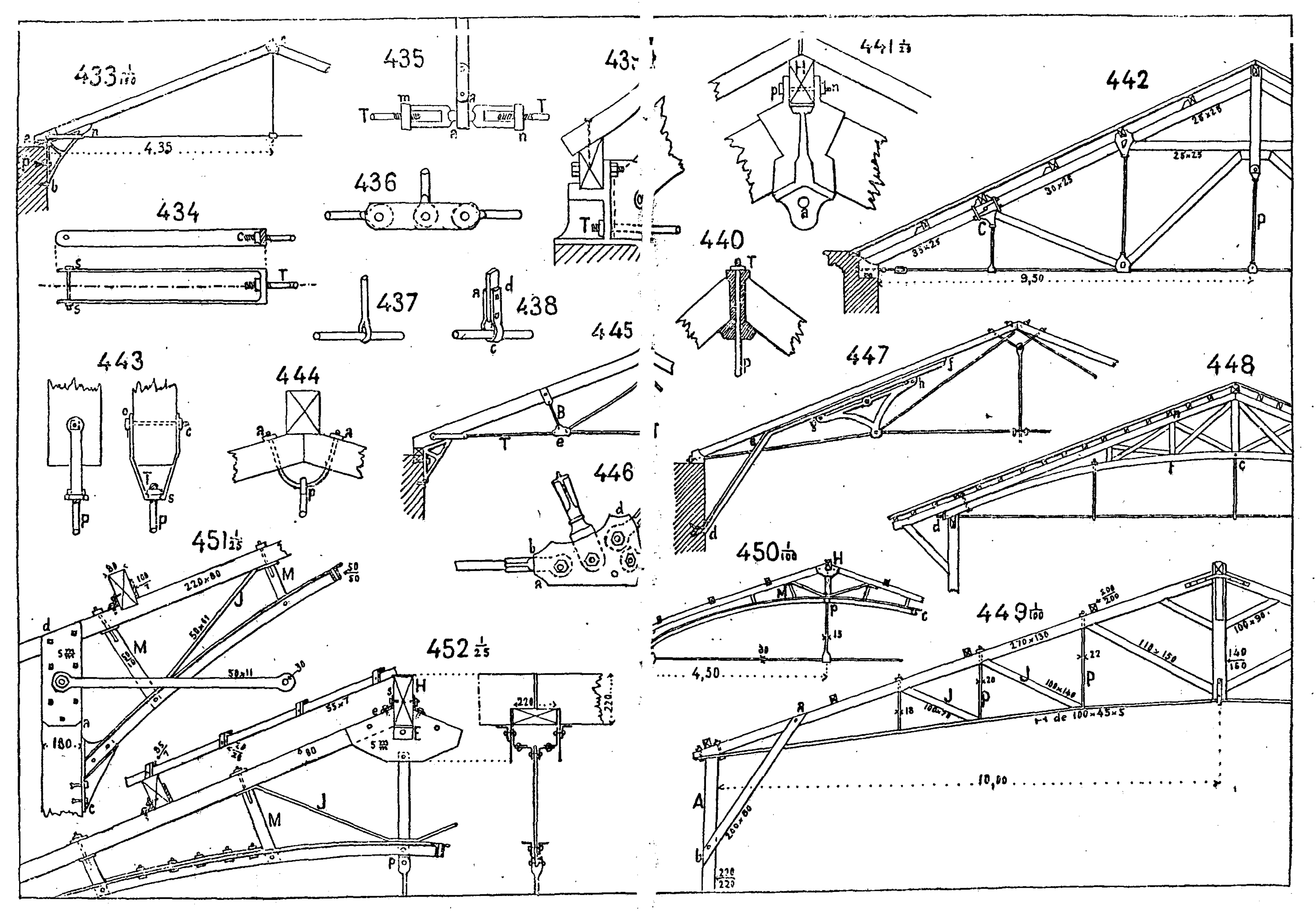
Figuras del 349 al 390



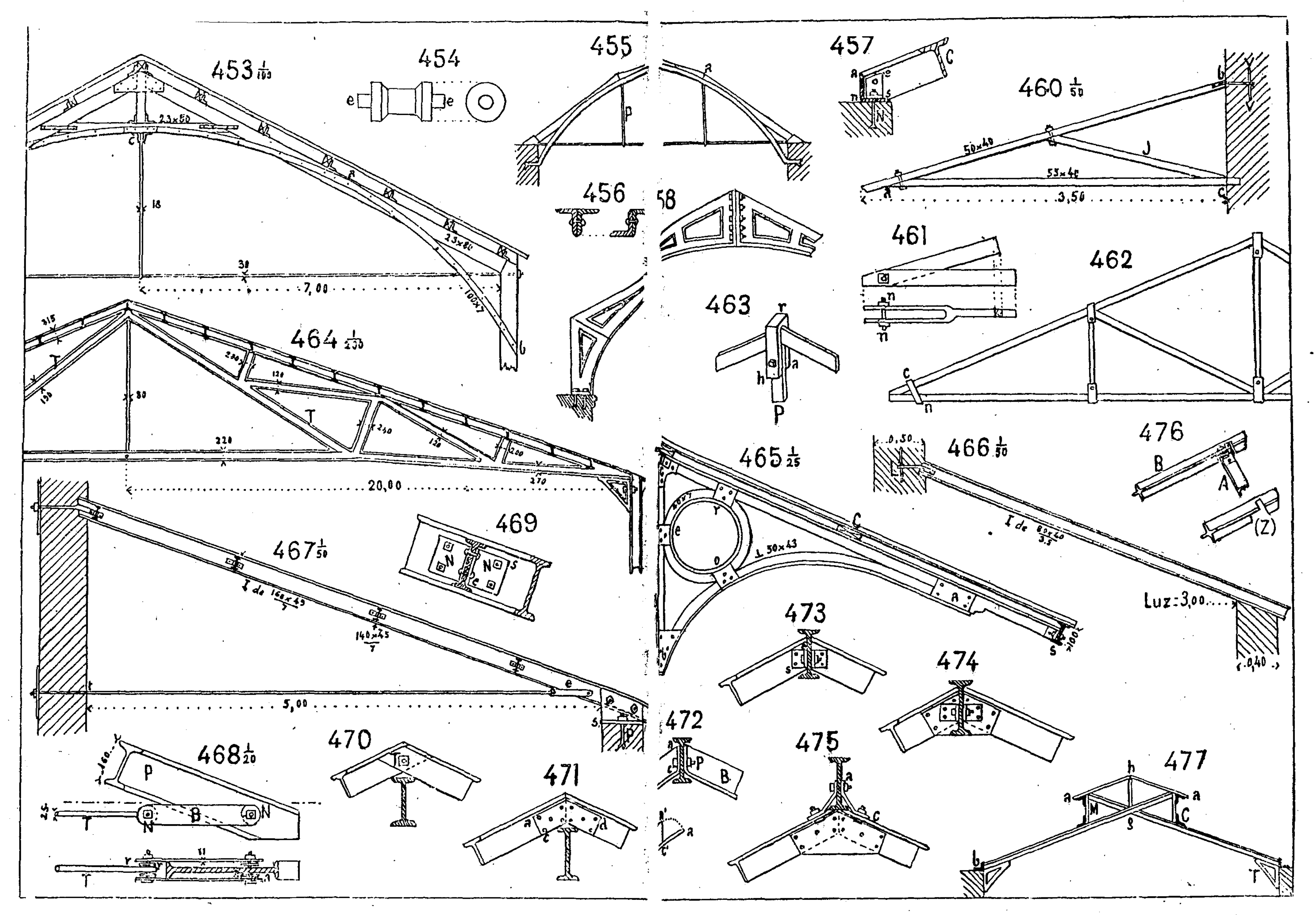
Figuras del 391 al 417



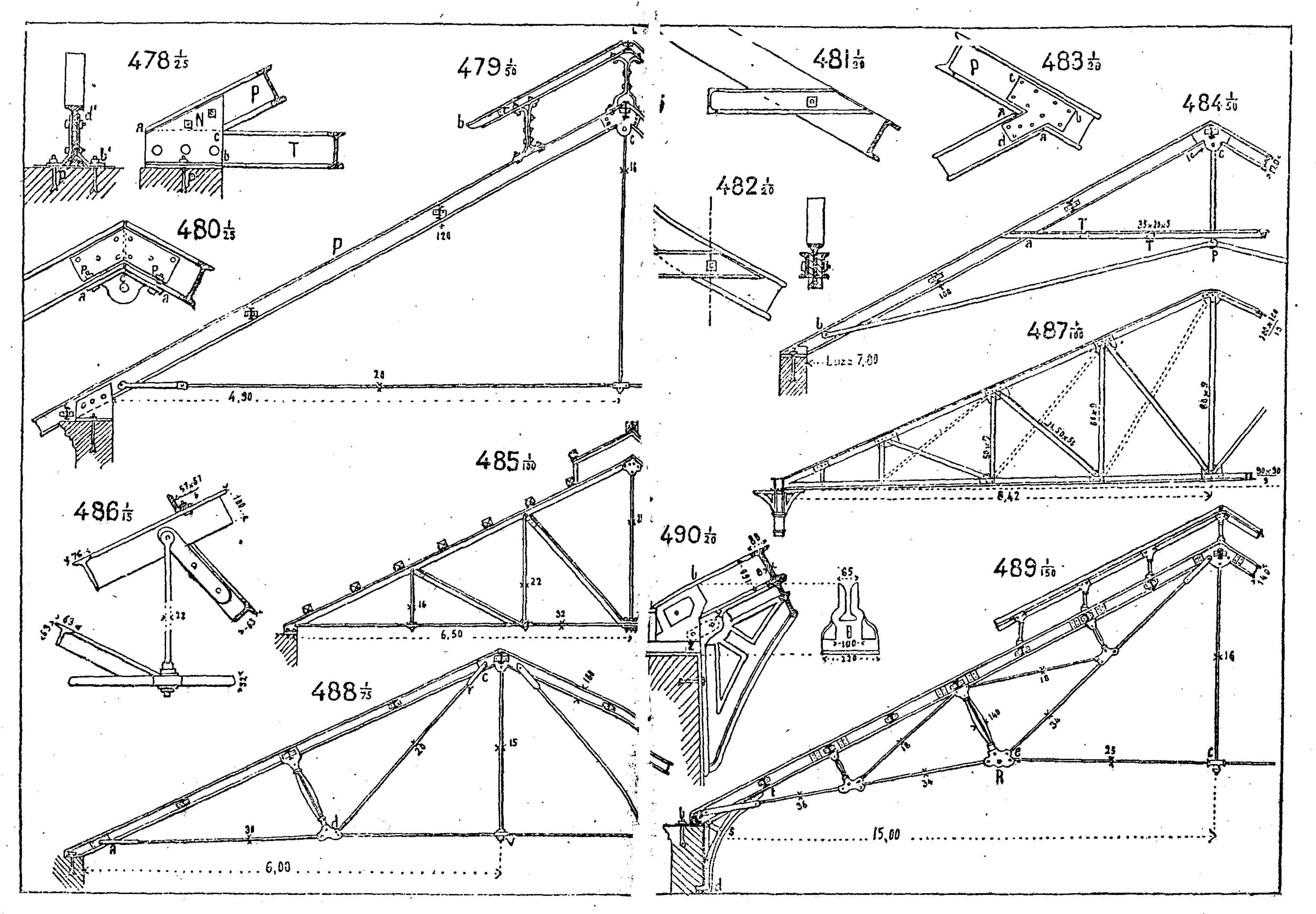
Figuras del 418 al 432



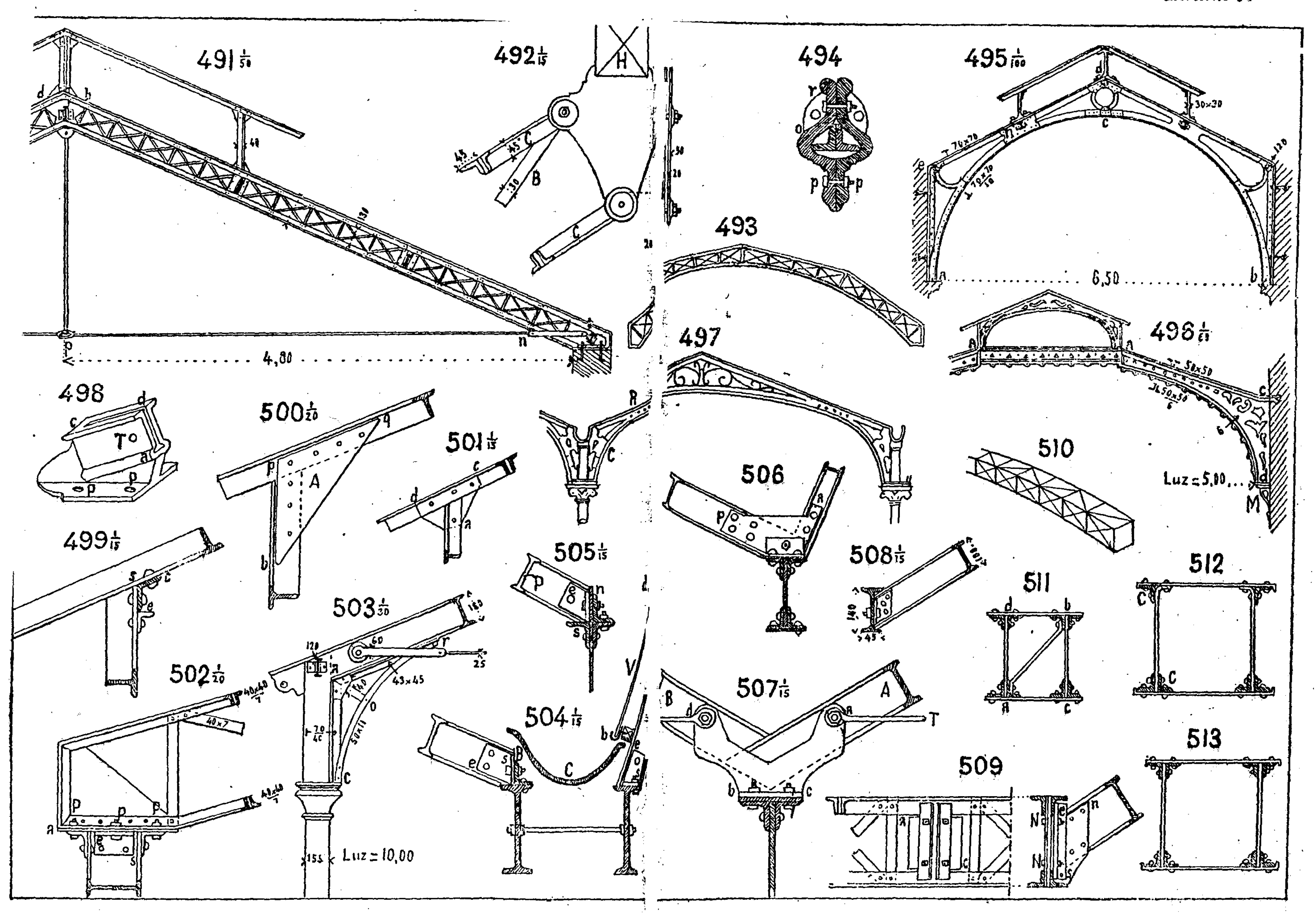
Figuras del 433 al 452



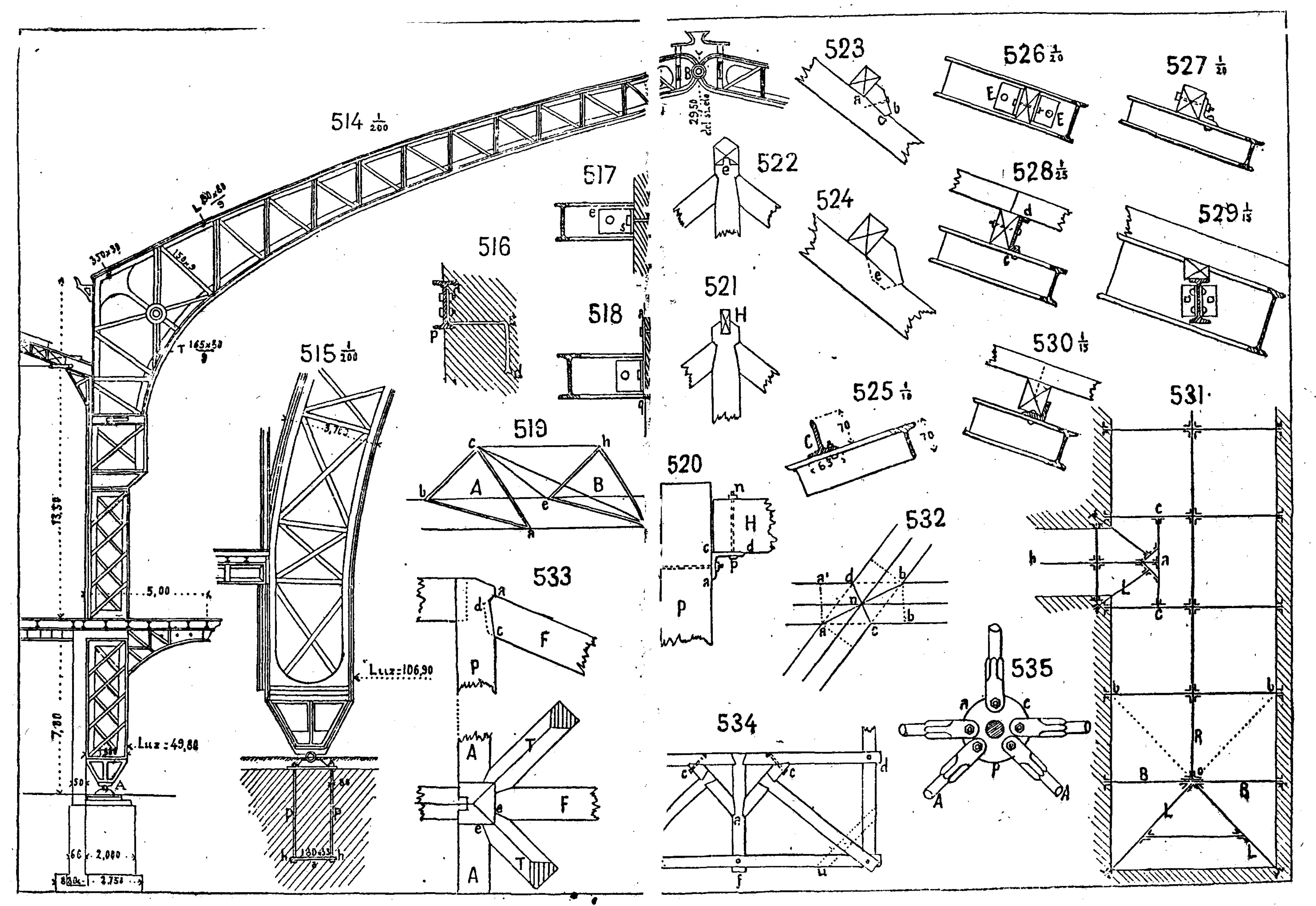
Figuras del 453 al 477



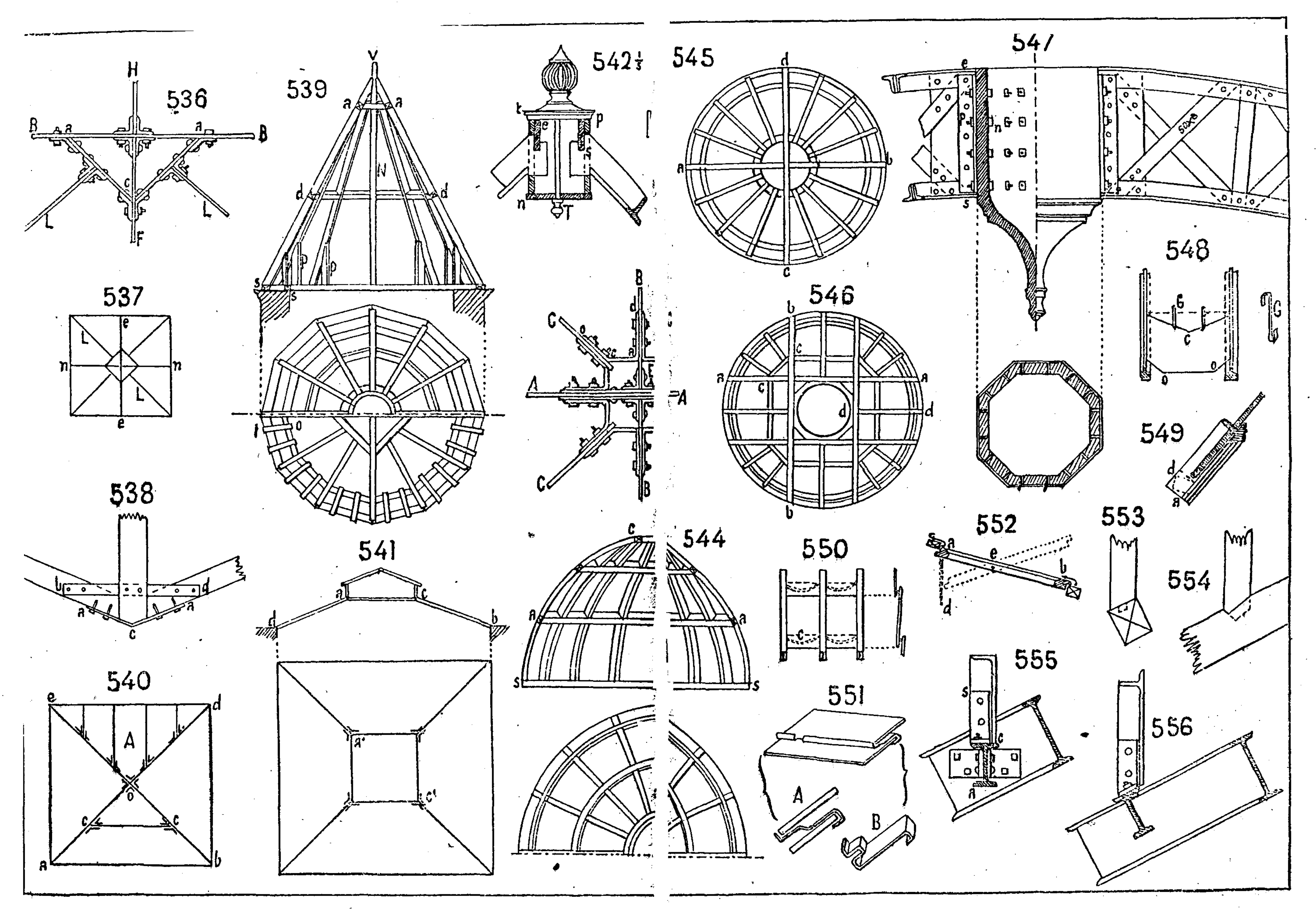
Figuras del 478 al 490



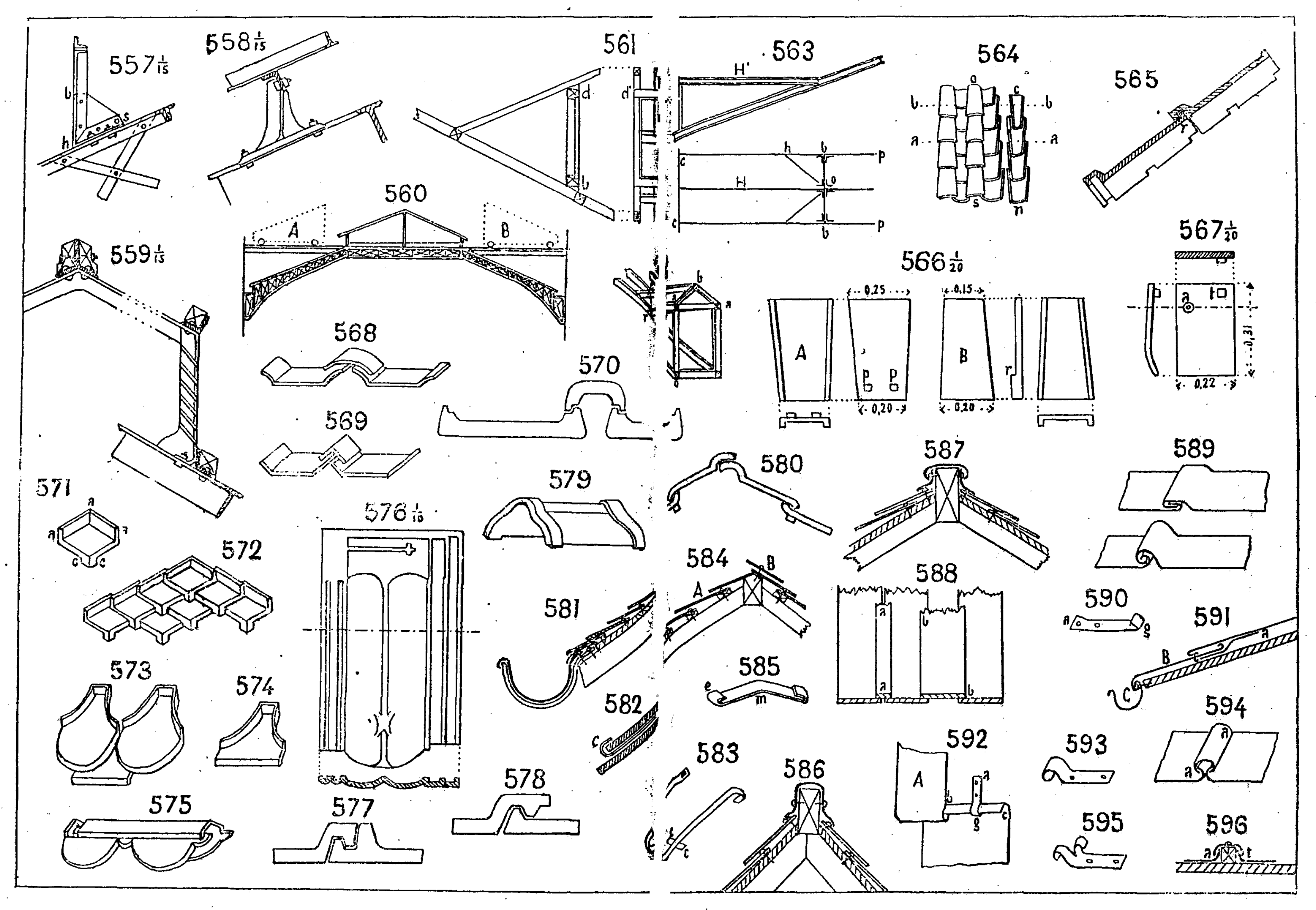
Figuras del 491 al 513



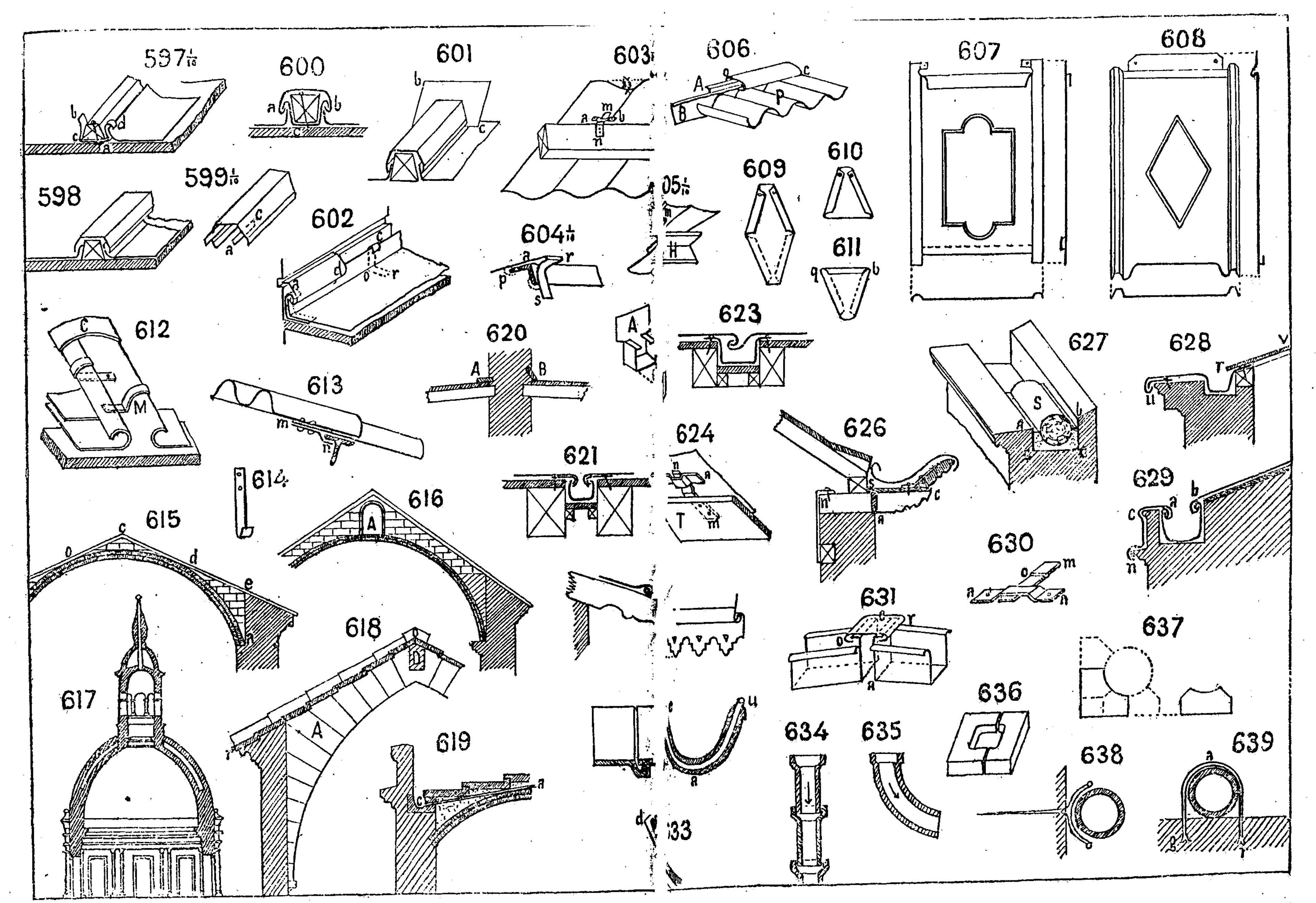
Figuras del 514 al 535



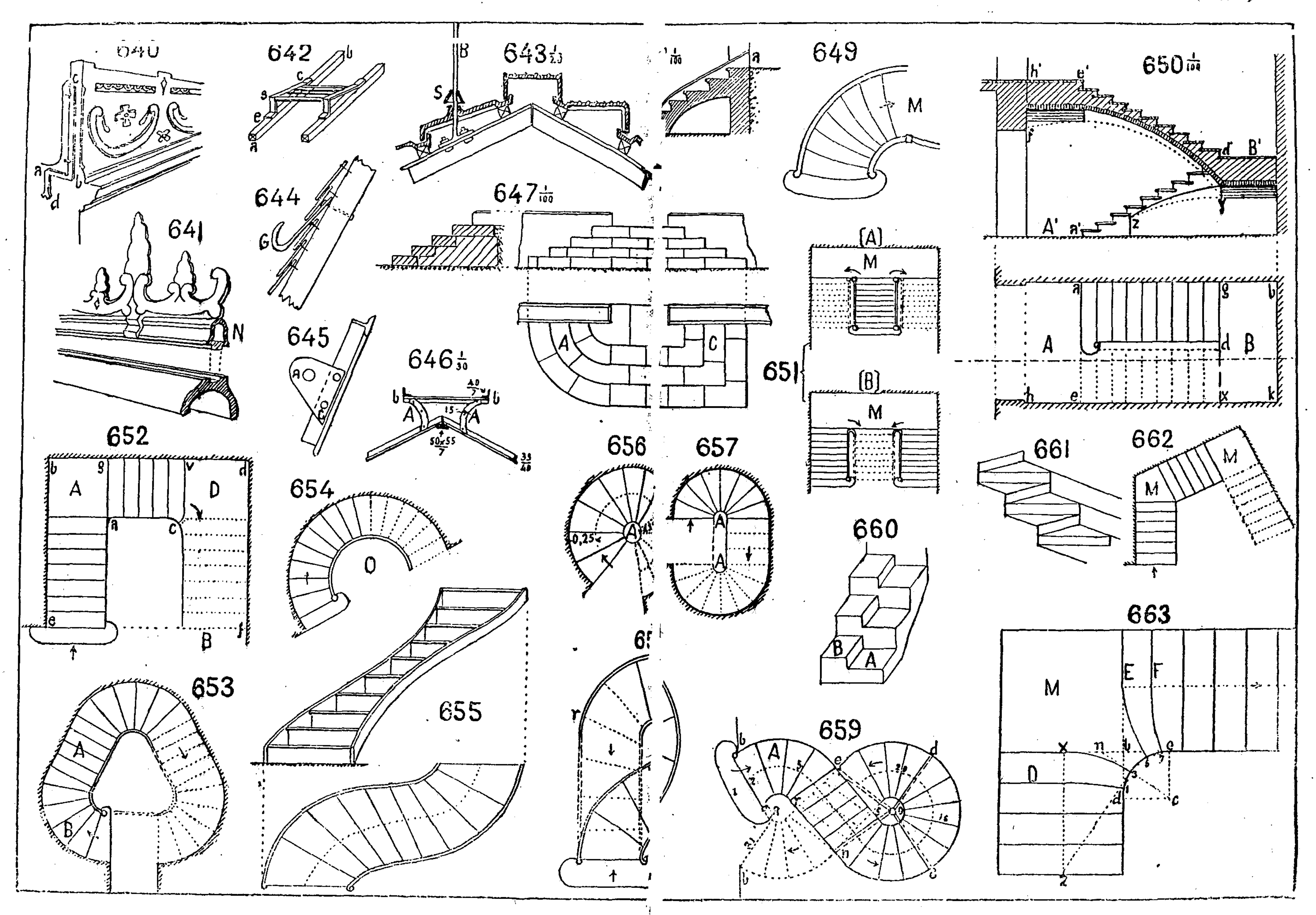
Figuras del 536 al 556



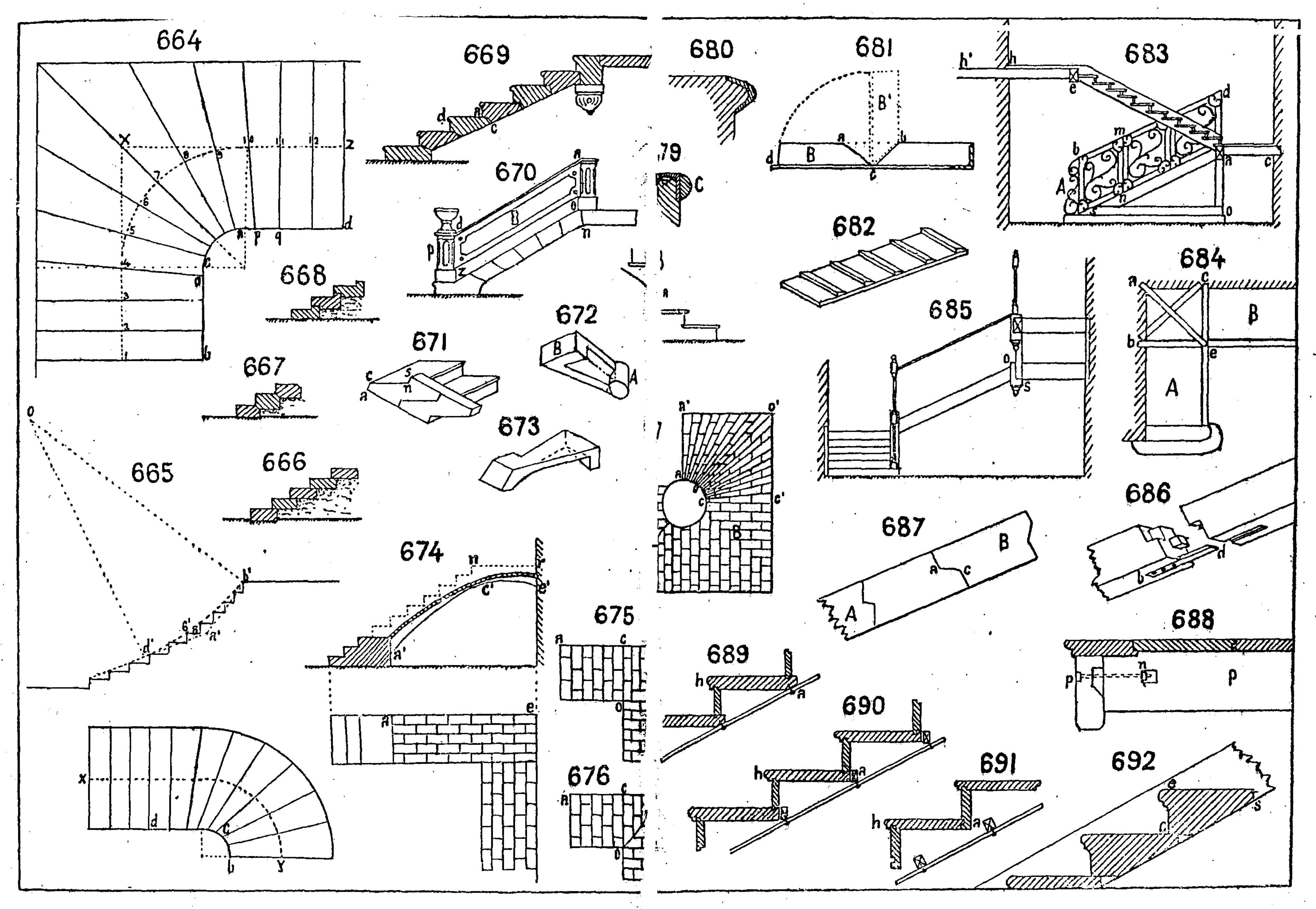
Figuras del 557 al 596



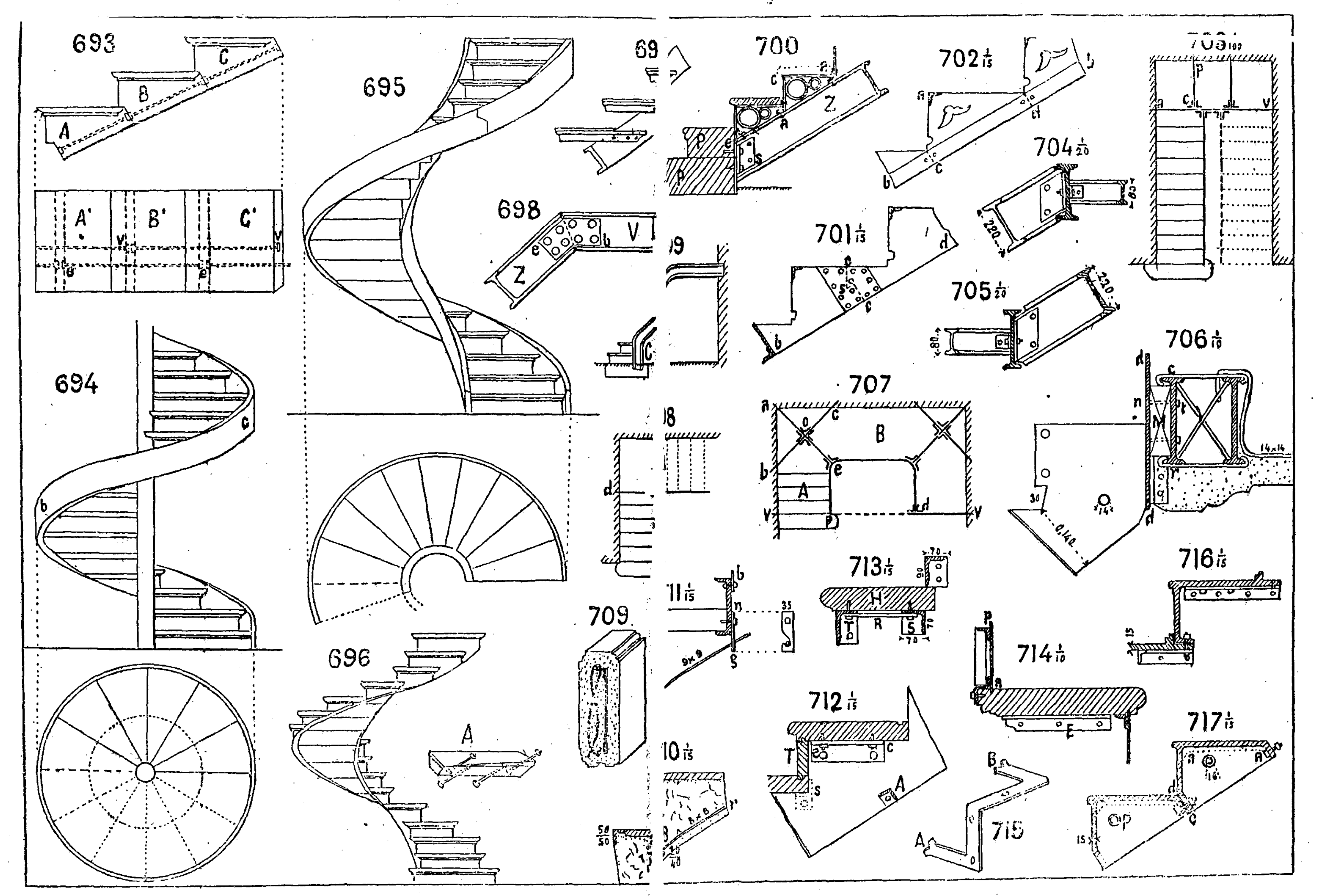
Figuras del 597 al 639



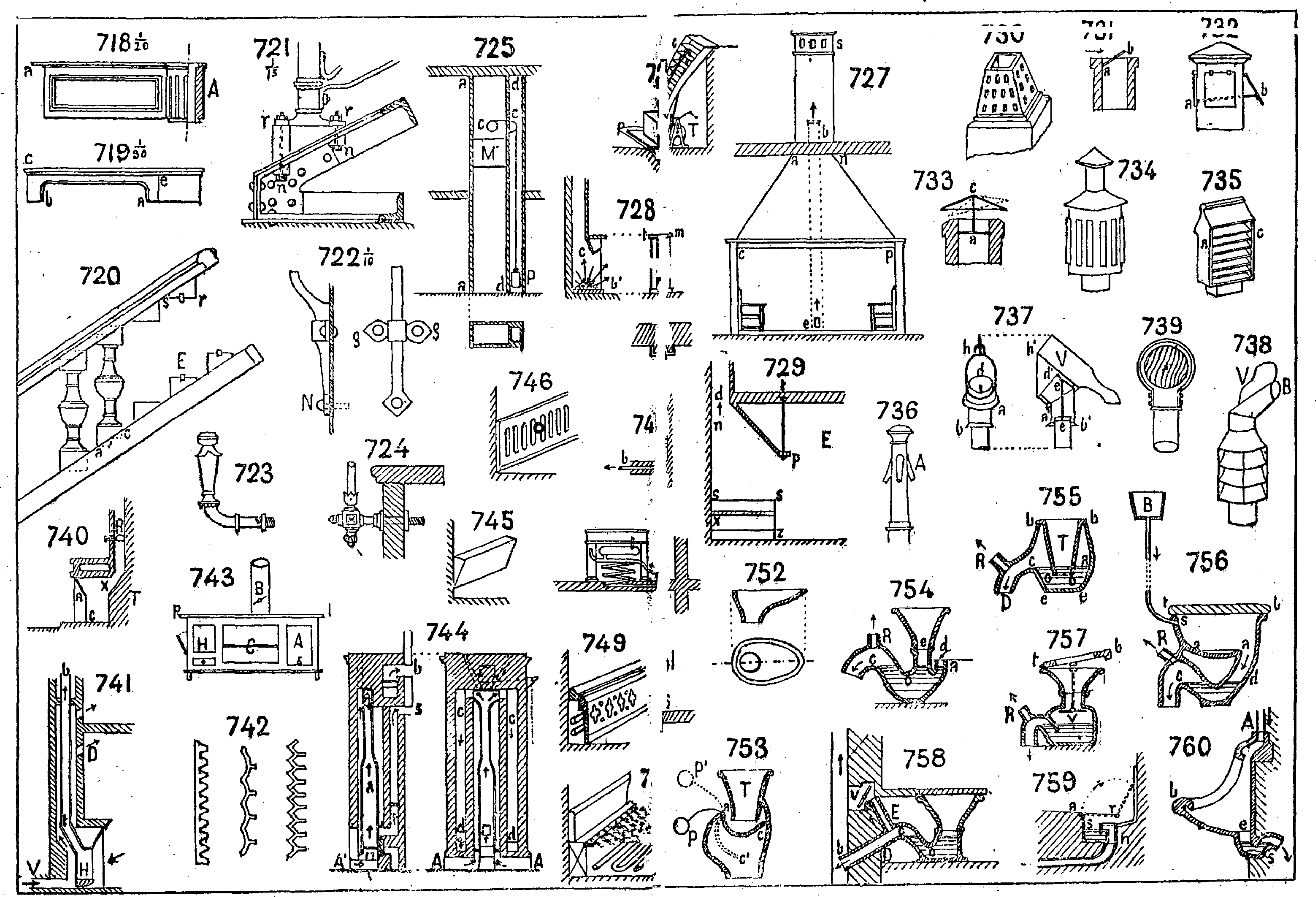
Figuras del 640 al 663



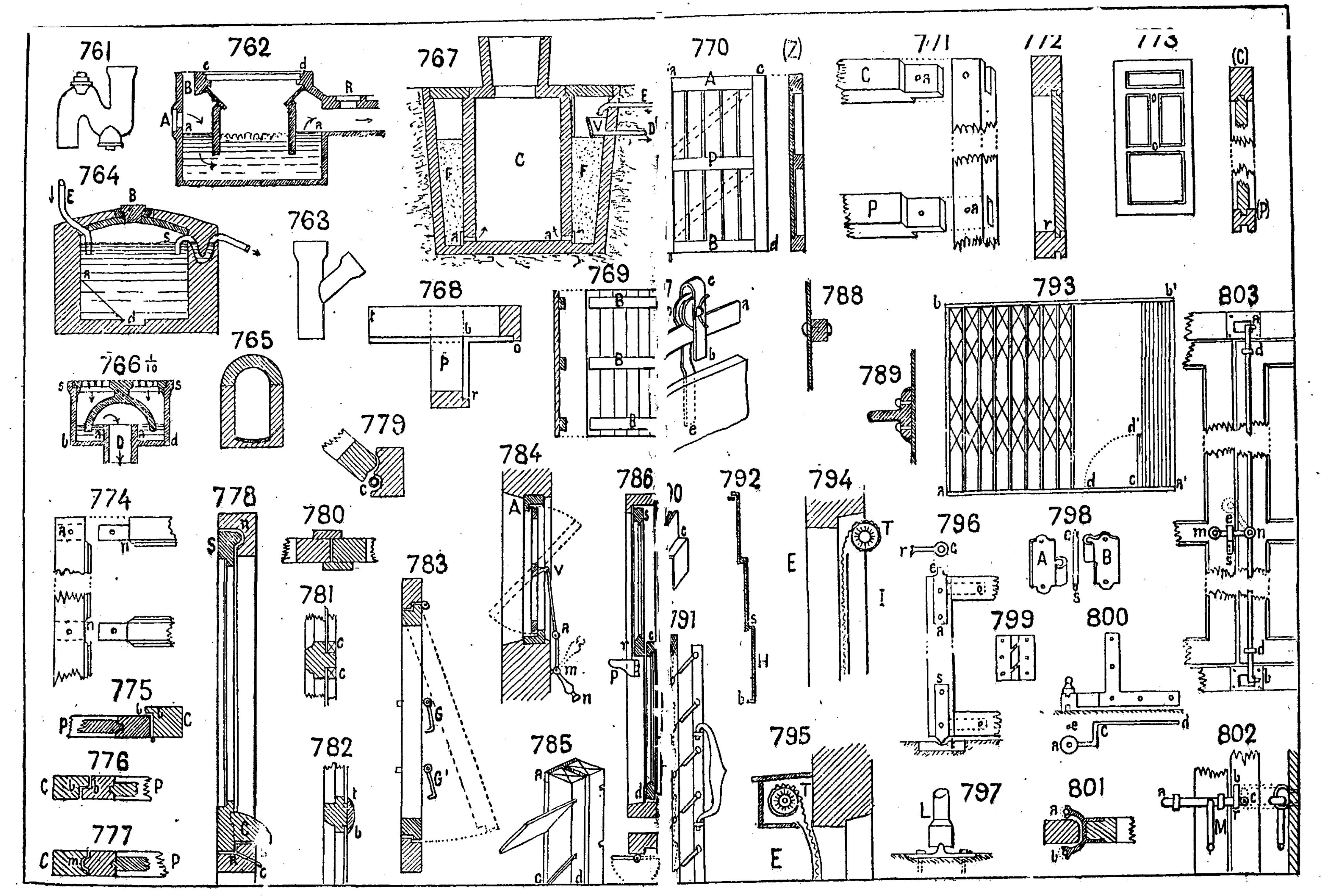
Figuras del 664 al 692



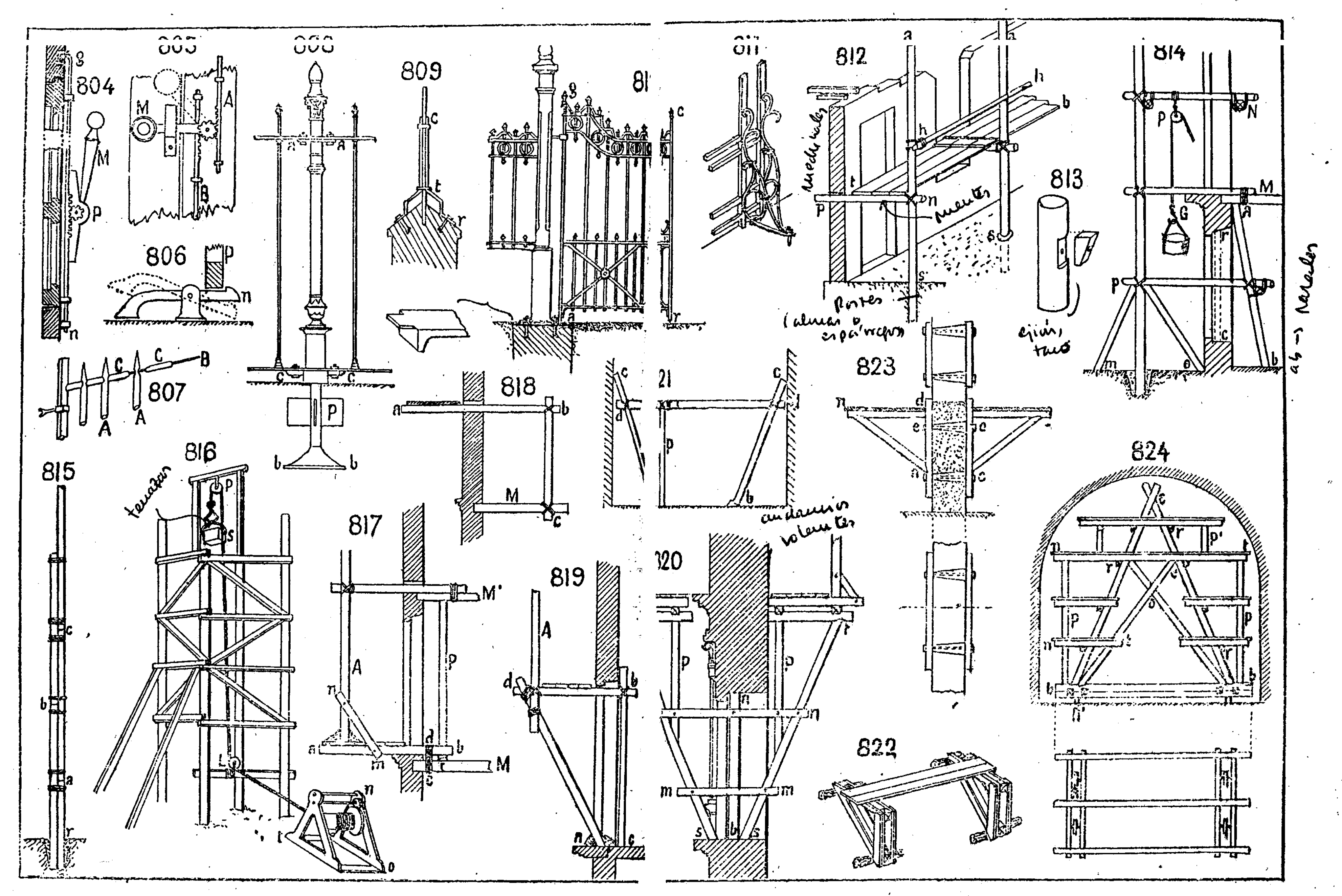
Figuras del 693 al 717



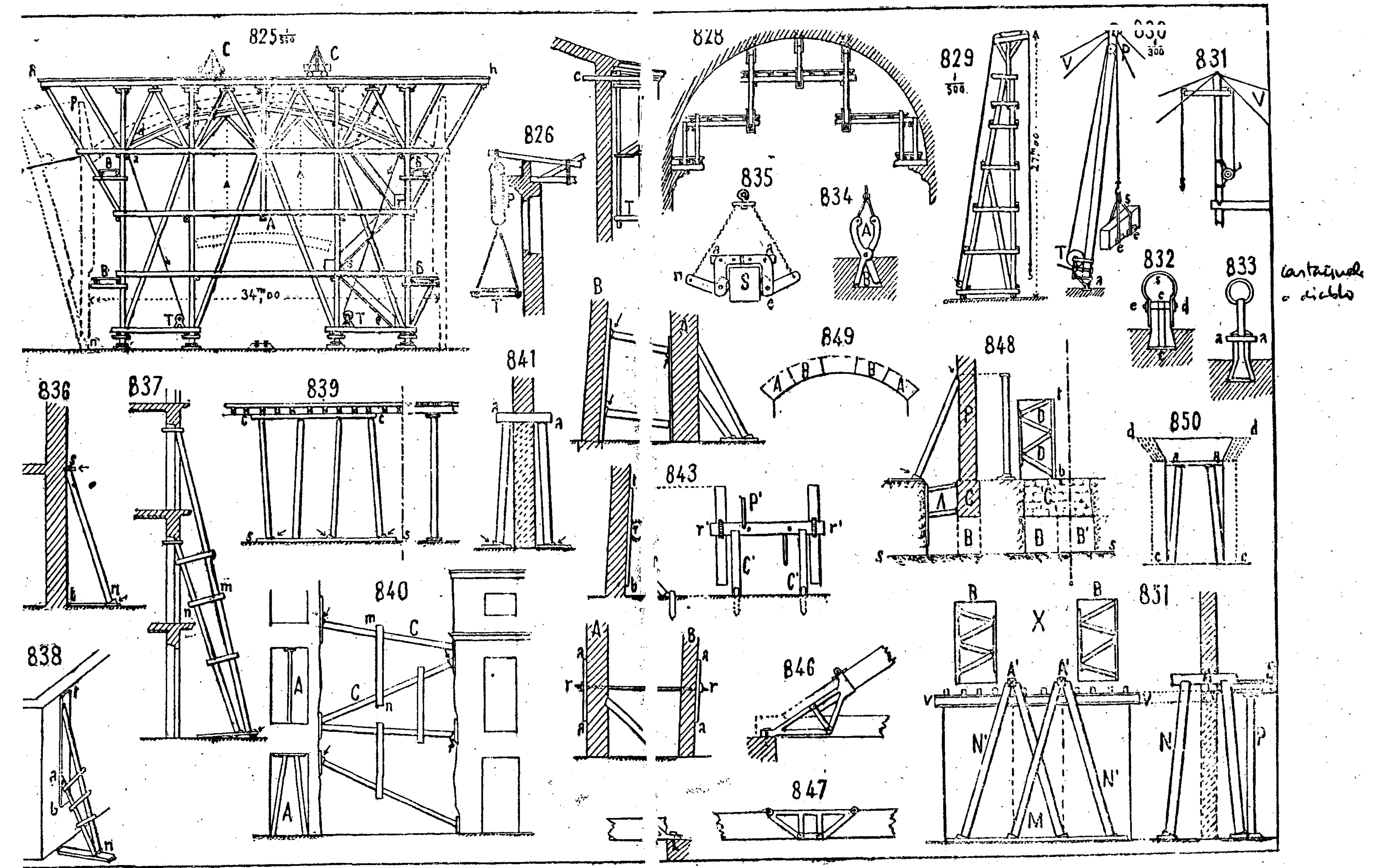
Figuras del 718 al 760



Figuras del 761 al 803



Figuras del 804 al 824



Figuras del 825 al 851